

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

А. В. Касперович, Ж. С. Шашок,
К. В. Вишневский

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

*Рекомендовано
учебно-методическим объединением Республики Беларусь
по химико-технологическому образованию
в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования
по специальности 1-48 01 02 «Химическая технология
органических веществ, материалов и изделий»
специализации 1-48 01 02 05 «Технология
переработки эластомеров»*

Минск 2014

УДК 678.06+678.02(075.8)
ББК 35.728я73
К28

Р е ц е н з е н т ы :

кафедра химии и химической технологии органических соединений и переработки полимеров ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»
(доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой
О. В. Карманова);
заместитель главного инженера по технологии и развитию
ОАО «Резинотехника» *Л. А. Глыцко*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее части не может быть осуществлено без разрешения учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Касперович, А. В.

К28 Технология производства резинотехнических изделий : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров» / А. В. Касперович, Ж. С. Шашок, К. В. Вишневский. – Минск : БГТУ, 2014. – 108 с.
ISBN 978-985-530-361-0.

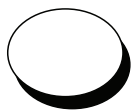
Учебно-методическое пособие включает в себя характеристику основных видов резинотехнических изделий: конвейерные ленты, клиновые ремни, рукава, формовые и неформовые РТИ, полимерная обувь, а также описание основных технологий их изготовления.

Пособие является основой для изучения дисциплины «Технология производства резинотехнических изделий».

УДК 678.06+678.02 (075.8)
ББК 35.728я73

ISBN 978-985-530-361-0

© УО «Белорусский государственный технологический университет», 2014
© Касперович А. В., Шашок Ж. С., 2014



ПРЕДИСЛОВИЕ

Производство резинотехнических изделий (РТИ) является одной из самых сложных технологий современной цивилизации. В ней заложены достижения таких областей, как машиностроение, нефтепереработка и нефтехимия, органический синтез. В учебно-методическом пособии рассмотрены теоретические основы главных направлений резиновой технологии.

Отличительной особенностью производства РТИ является чрезвычайно широкий ассортимент (около 100 тыс. наименований), поскольку изделия находят применение практически во всех сферах деятельности современного общества. В связи с быстро растущими требованиями к РТИ решается комплекс сложнейших научно-технических задач, включающий наряду с использованием новых полимеров разработку специфических способов создания эластомерных композиционных материалов, высокомеханизированных и автоматизированных процессов, более совершенных конструкций и методов продления срока службы изделий путем химической или физической модификации.

Особенностью резиновой промышленности считается высокая стоимость применяемого сырья, чаще всего являющегося продуктом других отраслей химической и нефтехимической индустрии. Доля труда сотрудников самой резиновой промышленности в себестоимости важнейших изделий составляет всего 6–7%. Поэтому огромное значение имеют экономия сырья и материалов, разработка безотходных технологий, продление сроков эксплуатации изделий.

Развитие современной резиновой промышленности характеризуется следующими основными особенностями:

- расширением областей применения и ассортимента резиновых изделий;
- ужесточением условий эксплуатации изделий (температура, нагрузка, скорость, агрессивность среды и т. д.);
- стремлением использовать наиболее дешевые и доступные армирующие материалы, каучуки и ингредиенты при невозможности беспредельного увеличения их ассортимента;

- необходимостью снижения материалоемкости изделий и трудоемкости их изготовления;

- требованиями охраны труда и защиты окружающей среды.

Очевидно, что одновременное выполнение всех этих требований невозможно, и реальное решение всегда является компромиссным. Особенно резко стоимость изделий возрастает при их создании для предельных условий эксплуатации – для работы в условиях сильно агрессивных сред, при температурах выше 250°C или ниже –100°C, так как для этого требуются очень дорогие каучуки и химические добавки. Хотя стоимость комплектующих резиновых изделий в сравнении со стоимостью машин и механизмов, в которых они используются, обычно невелика, трудность замены резиновых деталей часто так высока, что для потребителя их долговечность является основным показателем.

Для резиновой промышленности это оборачивается увеличением трудоемкости, снижением рентабельности, так как стоимость переработки составляет небольшую долю стоимости изделий.



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА РЕЗИНОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Среди ряда отраслей резиновой промышленности выделяется производство резиновых технических изделий. Благодаря широкому ассортименту изделий этому производству свойственно разнообразие применяемых материалов, технологических приемов обработки, оборудования и производственных процессов.

РТИ по их назначению можно условно разделить на следующие группы:

1. Оснащение движущихся устройств – ремни приводные, ленты (транспортные, элеваторные, эскалаторные, гусеничные и др.).

2. Оснащение передаточных устройств, работающих под давлением или разрежением, – рукава напорные и всасывающие.

3. Эластичные конструкции, несущие нагрузки, – резиновые подвески, опоры и подшипники, резиновые амортизаторы и буферы; уплотнители подвижных контактов; «сальники», манжеты, клапаны; мембраны, резиновые обкладки валов.

4. Резиновые уплотнители неподвижных контактов – прокладочные кольца, шнуры, пластины.

5. Электроизоляционные материалы и изделия – баки аккумуляторные, детали слаботочной и высокочастотной аппаратуры, эбонит поделочный, полутвердые изоляционные трубки, изоляционная лента.

6. Резиновые защитные покрытия (обкладки) химической аппаратуры.

7. Воздухо- и водоплавательные средства, строительные конструкции, изготавливаемые из прорезиненных тканей.

8. Полые и губчатые резиновые и латексные изделия (губки, мячи, игрушки, средства санитарии и гигиены).

Как видно из приведенного выше, РТИ в основном представляют собой детали для машин или отдельные инженерные объекты.

В соответствии с особенностями их применения резиновые технические изделия работают в условиях различных нагрузок и вызываемых ими деформаций. Для обеспечения прочности и постоянства размеров конструкций РТИ выполнению их должен предшествовать инженерный расчет.

При расчетах прочности частей обычных сооружений и машин исходят в основном из того, что форма этих сооружений и деталей для машин в условиях работы остается неизменной, поскольку это обеспечивается жесткостью применяемых материалов. Иное положение наблюдается в области конструкций, создаваемых в резиновой промышленности. При общем требовании прочности и длительной работоспособности эти изделия должны обладать рядом специфических особенностей: гибкостью, эластичностью и др.

Для изготовления РТИ применяют резины, текстиль и металлическую арматуру. Эти материалы обладают различными механическими свойствами. Следовательно, при разработке конструкций и выполнении расчетов РТИ, исходя из общих закономерностей зависимости между размерами конструкций, приложенными нагрузками и вызываемыми ими деформациями, необходимо знать и учитывать специфические особенности резины и армирующих материалов и их конструктивных комплексов.

При всем значительном разнообразии видов РТИ в основу их производства заложено единство технологической схемы: изготовление полуфабрикатов, выполнение заготовок, осуществление вулканизации. В то же время обширность и разнообразие ассортимента РТИ ведут к существенным различиям в видах их производства.

Объединяемые общностью подготовительного производства, они различны по стадиям выполнения изделий. Приготовление и обработка резиновых смесей, приготовление клеев и прорезиненных тканей – начальные звенья в технологической схеме производства. Следующие же этапы, включающие выполнение заготовок, вулканизацию их и отделку изделий, различны в каждом из видов производства, а иногда и при выработке отдельных групп изделий того же вида. Различие наблюдается в применяемых полуфабрикатах, в оборудовании и приемах обработки.

2

ТРАНСПОРТЕРНЫЕ ЛЕНТЫ

Транспортерная лента представляет собой гибкий замкнутый элемент транспортирующей установки, служащий для перемещения различных грузов.

В зависимости от назначения транспортирующей установки и особенностей ее конструкции различают конвейерные, элеваторные, гусеничные и эскалаторные ленты.

Конвейерная лента – наиболее распространенный вид транспортерных лент. Она является основной частью ленточного конвейера (рис. 1).

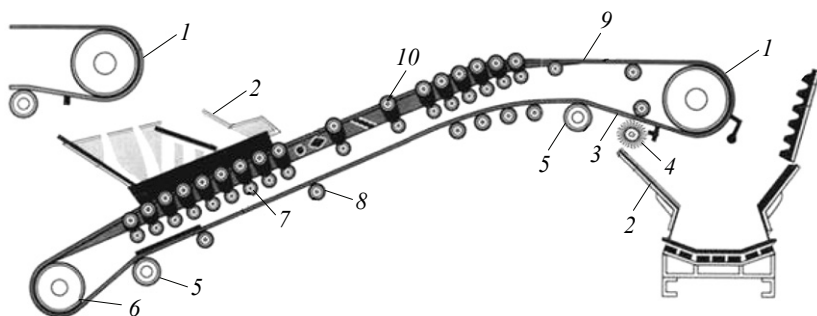


Рис. 1. Схема ленточного конвейера:

- 1 – приводной барабан; 2 – загрузочный лоток; 3 – прижимной ролик;
- 4 – очистное устройство; 5 – отклоняющий барабан; 6 – конечный барабан;
- 7 – амортизирующие роликоопоры; 8 – нижние роликоопоры;
- 9 – лента; 10 – верхние роликоопоры

К параметрам, определяющим условия эксплуатации и надежность конвейерной ленты, относятся вид транспортируемого груза, условия его загрузки и разгрузки, длина транспортирования, высота, подъема груза.

Конвейерные ленты должны иметь высокую прочность при растяжении; поперечную гибкость, определяющую способность ленты к образованию желоба, и каркасность для удержания транспортируемого материала на ленте; стойкость к ударным нагрузкам,

износу обкладки, продольным порывам и порезам, расслоению, распространению разрушения после частичного повреждения; сохранение прочностных и эксплуатационных характеристик в процессе эксплуатации. Кроме того, для транспортировки породы и угля в подземных шахтах к лентам дополнительно предъявляются требования негорючести, т. е. способности не продолжать горение при выходе из зоны пламени, а также отсутствия зарядов статического электричества при движении на конвейере.

Элеваторные ленты являются гибким тяговым органом ковшовых элеваторов (рис. 2), применяемых для вертикального перемещения или транспортирования под большим углом к горизонту грузов (руда, камень, стекло, дробленый уголь, сырая соль, цемент, мука, сухие химические реагенты и др.).



Рис. 2. Общий вид элеваторного конвейера



Рис. 3. Общий вид гусеничной ленты

Гусеничные ленты (рис. 3) предназначены для повышения проходимости тракторов, танков, автомобилей-тягачей по сыпучим, мягким или сырым грунтам. Ленты гусеничные устанавливают на снегоходы «Буран», «Тайга» и др., где они осуществляют передвижение снегоходов со скоростью до 50 км/ч по снежному покрову в качестве тягового элемента.

Гусеничная лента представляет многослойную резинотканевую конструкцию, которая подвергается в процессе эксплуатации переменному по величине растяжению, совмещенному с многократным изгибом на приводном и натяжном барабанах.

Эскалаторные ленты – ленты-поручни для эскалаторов – состоят из нескольких слоев ткани, загнутых в форме скобы, или одного слоя троса и наружной резиновой обкладки.

Верхняя (ведущая) ветвь элеваторной ленты движется по неподвижным латунным направляющим, нижняя (ведомая) лежит на опорных роликах. Поручень в эксплуатации вытягивается и одновременно сужается в поперечном сечении. Это ведет к более плотному обхвату ею направляющих, к большему трению о них и к дальнейшему удлинению. Поэтому для изготовления поручней применяют ткани с малым относительным удлинением или армирование стальными тросами.

По назначению конвейерные ленты делятся на ленты: общего назначения, морозостойкие, теплостойкие, масло- и тепломаслостойкие, кислото- и щелочестойкие, пищевые и негорючие (для работы в угольных шахтах), трудновоспламеняющиеся и трудновоспламеняющиеся морозостойкие, износостойкие и износостойкие морозостойкие, электропроводящие.

Основой конвейерной ленты является прочный, малорастяжимый сердечник, изготавливаемый из обрезиненных слоев ткани или латунированных (оцинкованных) металлотросов.

По видам и конструкции сердечника ленты подразделяют на резинотканевые и резинотросовые (рис. 4).

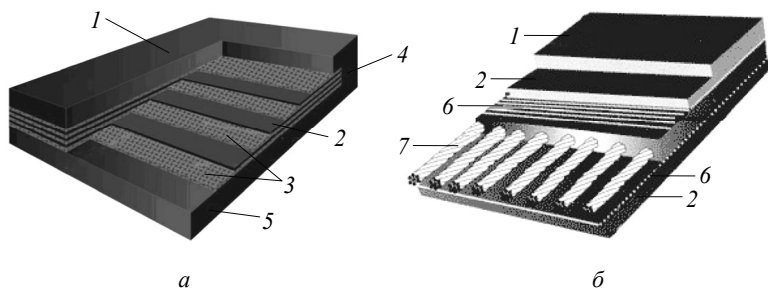


Рис. 4. Конвейерные ленты:

а – резинотканевые; *б* – резинотросовые:

1 – рабочая резиновая обкладка; *2* – резиновая прослойка; *3* – тканевый каркас;

4 – резиновый борт; *5* – нерабочая резиновая обкладка;

6 – поперечный армирующий слой; *7* – стальные тросы в резиновой обкладке

Рассмотрим основные конструкции и технологию изготовления резинотканевых и резинотросовых лент.

2.1. Резинотканевые конвейерные ленты

Резинотканевые конвейерные ленты (РТКЛ) состоят из одного или нескольких слоев прорезиненной ткани, образующих каркас, и одной или двух наружных резиновых обкладок, защищающих каркас от механических или атмосферных воздействий.

Резинотканевые ленты подразделяют на типы: 1, 2Р, 2, 3 и 4, характеристики которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики резинотканевых лент

Тип ленты	Тип ткани	Прочность тяговых прокладок, Н/мм	Ширина, мм	Число тканевых слоев
1	ТК-400 ТА-300 ТЛК-200	200–400	800–2000	3–8
2Р	ТЛК-300 ТА-300 ТЛК-200	200–300	800–2000	3–8
2	ТК-200-2 ТА-100 ТЛК-200	65–300	300–1400	3–8
3	БКНЛ-65 ТА-100	65–100	300–1400	3–6
4	ТА-100 БКНЛ-65	65–300	100–1400	1–2

Ленты общего назначения, предназначенные для транспортирования малоабразивных и легких грузов, состоят из каркаса нарезной конструкции, наружных резиновых обкладок, рабочей и нерабочей поверхностей и бортов ленты. Каркас этих лент изготавливают из тканей с комбинированными нитями в основе и утке (БКНЛ-65, БКНЛ-100). Обкладки таких лент в большинстве случаев изготавливают из резин классов Б и В. Резиновые прослойки между тканевыми прокладками отсутствуют.

Ленты типа 1 изготавливаются с резиновыми обкладками рабочей и нерабочей поверхностей, защитной тканевой прокладкой и резиновыми бортами; типа 2 – с резиновыми обкладками с рабочей и нерабочей стороны; типа 3 – с резиновой обкладкой рабочей

поверхности и нарезными бортами; типа 4 – с резиновыми обкладками рабочей и нерабочей поверхностей и нарезными бортами.

В лентах с каркасом из комбинированной ткани большей прочности, ткани из комбинированных нитей (БКНЛ-150) или из тканей на основе синтетических волокон между тканевыми прокладками расположены тонкие резиновые прослойки толщиной 0,2–0,3 мм. Сквиджи увеличивают сцепление между прокладками, повышают гибкость и ударостойкость лент, уменьшают неравномерность распределения нагрузок между отдельными тканевыми прокладками.

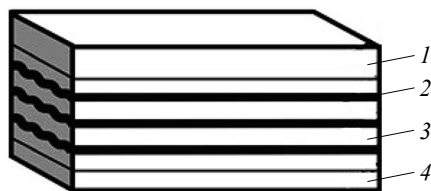


Рис. 5. Общий вид резинотканевой ленты:

- 1 – рабочая резиновая обкладка;
- 2 – тканевые прокладки (каркас);
- 3 – резиновая прослойка между тканевыми прокладками тягового каркаса;
- 4 – нерабочая резиновая обкладка

Ленты с каркасом из тканей на основе синтетических волокон предназначены для эксплуатации в более тяжелых условиях, чем ленты на основе тканей, в состав которых входит хлопчатобумажная нить. Обкладки лент из полиамидных и полиэфирных тканей изготавливают преимущественно из резин классов А и Б.

Для транспортирования высокоабразивных тяжелых горных пород применяют ленты с тканевыми прокладками из синтетических волокон, резиновыми прослойками и дополнительной тканевой (брекерной) прокладкой. Брекер увеличивает прочность связи резиновой рабочей обкладки с тканевым каркасом, амортизирует ударные нагрузки и уменьшает опасность «скалывания» обкладки. Он может быть расположен между каркасом и обкладкой, а при действии интенсивных ударных нагрузок – в толщине резиновой обкладки. Брекер применяют в лентах с прочностью прокладки 120 Н/мм и более.

Для транспортирования сильно истирающих крупнокусковых материалов применяют ленты на основе высокопрочных по-

лиамидных тканей ТК-300 (ТА-300) и ТК-400, которые имеют брекер с заверткой на нерабочую сторону.

На магистральных конвейерах с ограниченным ходом натяжных устройств применяют ленты на основе основных и уточных тканей. Прочность и изгибоустойчивость этих лент в поперечном направлении обеспечивают, располагая сверху и снизу тягового каркаса из основной ткани по одной прокладке из уточной ткани. Для транспортирования крупнокусовых грузов под рабочую резиновую обкладку лент может быть введен дополнительный слой уточной ткани. Во всех случаях толщина резиновых бортов ленты должна быть не менее суммарной толщины рабочей и нерабочей обкладки.

2.2. Резинотросовые конвейерные ленты

Резинотросовые ленты (РТЛ) предназначены для транспортирования кусковых и сыпучих грузов в подземных и наземных условиях. В зависимости от условий эксплуатации они изготавливаются следующих видов: общего назначения, трудновоспламеняющиеся, трудновоспламеняющиеся морозостойкие (до температуры окружающего воздуха -60°C) и теплостойкие (до температуры груза 200°C).

Резинотросовые ленты состоят из стальных латунированных тросов нераскручивающейся конструкции, запрессованных во внутренний адгезионный слой резины, наружных резиновых обкладок, расположенных с обеих сторон резинометаллического сердечника и резиновых бортов (рис. 4, б на с. 9).

Металлотросы в каркасе ленты располагаются в одной горизонтальной плоскости, при этом допускается смещение по глубине их расположения от горизонтальной оси сечения ленты в пределах $\pm 1,5$ мм, для остальных тросов – в пределах ± 1 мм. Тросы левой и правой свивки чередуются.

Металлические тросы являются тяговым элементом ленты, расположены вдоль ленты и воспринимают всю растягивающую ленту нагрузку. Резиновые слои над и под тросами защищают их от коррозии и разрушения. Резинотросовые ленты имеют высокую прочность, низкие (не более 0,25) удлинения при рабочих нагрузках,

большую гибкость в продольном и поперечном направлениях, меньшую вероятность расслоения. Это позволяет транспортировать грузы на большие расстояния, сократить размеры натяжного устройства конвейерной установки, уменьшить диаметр приводных барабанов, повысить производительность конвейера при той же ширине ленты. Применение РТЛ позволяет увеличить безопасность труда и надежность работы конвейерных установок, так как состояние тросов и появление дефектов можно непрерывно контролировать с помощью изотопов, рентгеновских установок или магнитных приборов.

Основными показателями резинотросовых лент, определяющими их качество, являются: сопротивление вырыву троса из резины; условная прочность наружных обкладок при растяжении и износ резины для лент общего назначения; коэффициент термического старения для теплостойких лент; огнестойкость и поверхностное электрическое сопротивление для огнестойких лент.

2.3. Технология изготовления конвейерных лент

Технологический процесс изготовления резинотканевых конвейерных лент включает: изготовление резиновых смесей, пропитку и термообработку тканей, сушку и обрезинивание (промазку) тканей, сборку каркаса лент, обкладку каркаса, сборку ленты, вулканизацию, ремонт, контроль качества, маркировку и упаковку.

Пропитку тканей из искусственных и химических волокон адгезионными составами и последующую их термообработку проводят на агрегатах непрерывного действия.

Пропитка текстильных материалов применяется для искусственных и синтетических волокон. Для этого используются специальные латексные дисперсии на основе модифицированных полидиенов – латексов дивинил-, метил-, винилпиридинового (ДМВП-10) и бутадиенового карбоксилатного (СКД-1) и пр.

Дисперсия содержит названные латексы, щелочной раствор резорцинформальдегидной смолы и зачастую наполнитель – технический углерод. Для повышения прочности связи тканей с резиной в нее добавляют модификаторы.

Параметры процесса пропитки зависят от типа волокна и структуры ткани. Оптимальные значения температуры, скорости движения и натяжения ткани взаимосвязаны и должны устанавливаться для каждого типа пропиточного агрегата.

Сушка ткани, поступающей из пропиточной ванны, проводится в конвективных воздушных сушилках, воздух для которых подогревают паровыми калориферами. Удаление избытка состава с поверхности ткани, прошедшей пропиточную ванну, проводят скребками, обжимными валками, вакуум-отсосом или сдувом струей воздуха. В процессе сушки происходит не только удаление влаги из ткани, но также поликонденсация смолы, взаимодействие активных групп латекса и смолы между собой и с подложкой. Температура сушки обычно составляет 130–160°C.

После сушки на поверхности ткани остается пленка адгезива, при избытке которой возрастает жесткость ткани. Оптимальное увеличение привеса полиамидных тканей после пропитки составляет 4–8%. Температура и продолжительность сушки значительно влияют на технологическое поведение ткани и свойства готовой конвейерной ленты. При использовании пропиточных составов резольного типа температура сушки не должна превышать 150°C, для резорцинформальдегидных латексов (РФЛ) допустима температура до 230°C. При чрезмерном ужесточении режима сушки возможно ухудшение адгезионных характеристик и повышение жесткости пропитанной ткани. При недостаточных температурах и времени сушки снижается прочность связи в ленте. Сушку ткани проводят при небольшом натяжении.

Если полиэфирные волокна не подвергнуты специальной адгезионной обработке, то на первой стадии полотно пропитывают водной дисперсией блокированных изоцианатов, в которых наиболее реакционноспособная связь в изоцианатной группе блокирована капролактамом или фенолом. В процессе сушки ткани при 210–250°C после первой стадии пропитки блокированные изоцианаты разлагаются, изоцианатные группы взаимодействуют с волокном. Затем на второй стадии высушенную ткань пропитывают обычным составом РФЛ и вновь сушат при температуре 180–210°C.

Для снижения усадки ткани из химических волокон после пропитки и сушки ее подвергают термической обработке и нормализации.

Сущность термической обработки состоит в фиксации полученного удлинения ткани под действием высокой температуры. В результате релаксационных процессов, происходящих при температуре несколько ниже температуры плавления волокна, возрастает прочность, модуль и термостабильность ткани, снижается удлинение и тепловая усадка. В результате термообработки полиамидных тканей уменьшается разнашиваемость (вытяжка) конвейерных лент в эксплуатации. Высокую тепловую усадку полиэфирных волокон предотвращают посредством термофиксации.

Для крепления к резинам на основе насыщенных каучуков ткани промазывают на клеепромазочных машинах составами – растворами соответствующих резиновых смесей в органических растворителях. При каждом прохождении через клеепромазочную машину на ткань наносят тонкий слой (штрих) раствора резиновой смеси.

Ткани из хлопкосодержащих и комбинированных нитей сушат и обрезают с обеих сторон, а в отдельных случаях на промазанную ткань накладывают резиновую прослойку.

Сушку тканей-суровья, содержащих хлопок, производят, пропуская их через несколько барабанов, обогреваемых паром, и затем закатывают в рулон. Ткани сушат в сушильных агрегатах из 24 барабанов при 80–100°C до содержания в них влаги не более 2% (для хлопчатобумажных тканей – не более 1%). Не допускается нахождение пропитанной ткани на горячих барабанах при длительном останове сушильного агрегата, так как чрезмерный перегрев приводит к повышению жесткости ткани из химических волокон с последующим образованием складок и прорубов при обработке на каландрах.

Промазка и нанесение резиновых прослоек на ткань осуществляется на трех- или четырехвалковых каландрах на линиях, включающих питающие машины (червячные машины холодного питания или вальцы). При обкладке или наложении резиновой прослойки ткань одновременно с разогретой резиновой смесью пропускают через зазор каландра. При сборке каркаса лент в петлевом дублере обрезаемая ткань непосредственно из каландра поступает в сборочный агрегат. Если процессы обрезинивания ткани и сборки каркаса лент разделены, то ткань после выхода из зазора каландра проходит охлаждающие барабаны и закатывается в рулон через тканевую или полимерную прокладку.

Промазка должна обеспечивать продавливание резиновой смеси в нити и ее распределение по толщине хлопкосодержащей суровой ткани. Поэтому ее проводят на трехвалковом каландре с соотношением скоростей валков от 1 : 1,2 до 1 : 1,5 при частоте вращения среднего валка выше частоты вращения двух других. Температура валков каландра зависит от состава промазочной резиновой смеси. Обычно температура среднего валка выше температуры двух других валков. Например, температура нижнего, среднего и верхнего валков составляет 60, 85 и 70°С. Скорость промазки – 30–40 м/мин.

Для обеспечения качественной промазки и наложения резиновых прослоек важны следующие факторы: технологические свойства промазочной и прослоечной резиновых смесей; равномерное питание каландра достаточно разогретой резиновой смесью; скорость каландрования (низкая при малой ширине ткани и тонкой резиновой прослойке может вызывать наплывы и преждевременную вулканизацию резиновой смеси; при чрезмерно высокой возможно появление дефектов поверхности обрезающей ткани); температура валков каландра; натяжение ткани, которое должно быть равно ~2–3% от прочности ткани, так как при меньшем натяжении возможно сминание ее (или прорубы) при подаче в зазор в каландре; регулирование зазора каландра, обеспечивающее необходимую равномерную толщину резиновой прослойки и отсутствие перерасхода резиновой смеси.

Наложение двухсторонней резиновой прослойки на пропитанную ткань обычно проводят на четырехвалковом каландре за один проход. Фрикция валков отсутствует, т. е. скорость вращения валков одинакова. Необходимая температура валков каландра в зависимости от состава резиновой смеси и расположения валков составляет 60–90°С. Рабочая скорость прохождения пропитанной ткани через каландр – 20–40 м/мин.

Каркас конвейерных лент изготавливают путем послойного (последовательного) наложения резиноканевых прокладок или методом их одновременного параллельного дублирования. Известны дублеры с вертикальными барабанами, которые занимают значительно меньше производственной площади, дублер с цепным заправочным приспособлением и дублировочные машины.

Многопетлевые сборочные агрегаты (дублеры) устанавливаются в одной линии с каландрами для обрезаживания тканей или

для наложения резиновой прослойки и позволяют осуществлять основные технологические операции: промазку и обкладку тканей резиновой смесью, сборку сердечников (рис. 6), наложение брек-ерной детали.

Ткань с раскаточного устройства 1 поступает на петлевой компенсатор 3, обеспечивающий непрерывность работы линии при стыковке концов рулонов на стыковочном прессе 2 (рис. 6). Ширение и центрирование ткани в компенсаторе осуществляется дугообразными ширительными роликами. Перед обрезиниванием ткань просушивается на барабанной сушилке 4, а затем поступает на каландр 6. Протаскивание ткани обеспечивается натяжными валками 5 и каландром 6. Синхронность работы каландра 6 и дублировочной машины 8 достигается установкой промежуточного компенсатора 7. Сердечник собирается в дублировочной машине 8, имеющей систему горизонтальных транспортеров, расположенных друг над другом.

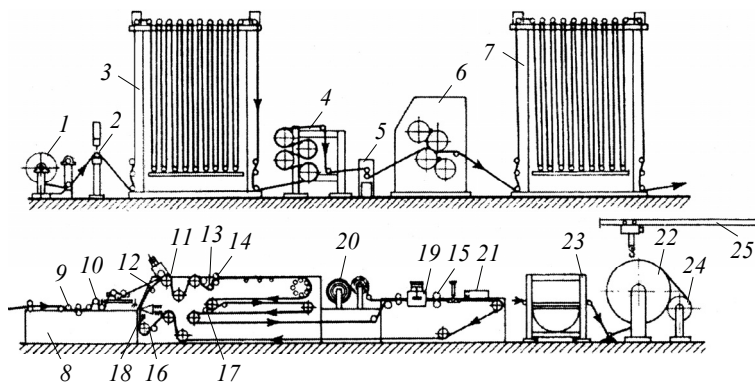


Рис. 6. Линия сборки сердечников лент:

- 1 – раскаточный станок; 2 – стыковочный пресс;
- 3, 7 – петлевые компенсаторы; 4 – барабанная сушилка;
- 5 – натяжные валки; 6 – каландр; 8 – дублировочная машина;
- 9 – ширительное устройство; 10, 12, 17 – валики датчиков натяжения;
- 11 – дублирующий барабан с дублирующим роликом; 13 – плавающий ролик;
- 14 – тормозные валки; 15 – протягивающие валки; 16 – натяжной барабан;
- 18 – прибор для указания числа прокладок; 19, 21 – ножевые механизмы для продольного и поперечного разрезания сердечника;
- 20, 22, 24 – закаточные и раскаточные станки; 23 – установка для обработки сердечников тальковой суспензией; 25 – монорельс с электротельферами

Передача ткани с одного транспортера на другой обеспечивается поворотными барабанами. Ткань с компенсатора 7, пройдя ширительный ролик 9, натяжные и обводные валики с датчиком натяжения 10, а затем центрирующие ролики, поступает на дублирующий барабан 11, где дублируется с тканью, выходящей из каландра, и прикатывается под давлением сжатого воздуха. Собранный каркас разрезается ножом 21 в поперечном направлении и принимается в холст на закаточное устройство 22. Рулоны каркаса снимают с закаточного устройства с помощью кран-балки и хранят их до обкладки в подвешенном состоянии.

Сборочные агрегаты оснащены ровнительным устройством, осуществляющим ровнение одной из кромок ткани перед входом в дублирующие барабаны и устройством, центрирующим каркас относительно осевой линии агрегата. Отсчет длины ткани производится по вулканизованному стыку, для чего на нем закрепляется пластинка из медной фольги. Число прокладок в сердечнике определяется по числу прохождения пластинок из фольги над прибором 18. На большинстве сборочных агрегатов можно собирать каркас длиной 95–100 м, но имеются агрегаты для изготовления каркаса длиной до 150 и 230 м.

Скорость сборки, отнесенная к одной прокладке, равна скорости обрезинивания ткани на каландре. Поэтому скорость сборки на петлевом дублере обратно пропорциональна числу прокладок. При раскрое (вырезке) каркаса учитывают ширину резинового борта ленты, например, ширина каркаса из полиамидной ткани с прочностью 100–200 кН/м должна быть меньше номинальной ширины конвейерной ленты с резиновым бортом для лент шириной менее 1000, 1000–1200 и 1400 мм соответственно на 20, 30 и 40 мм. При изготовлении лент с нарезным бортом обрезка кромок под заданную ширину каркаса на дублере обычно не производится, так как продольную резку их проводят после вулканизации.

Недостатком использования многопетлевых дублеров является отсутствие равномерного натяжения ткани при сборке, что ухудшает качество готовой ленты. Как правило, на них проводится сборка сердечников определенной длины (≈ 90 м). В настоящее время проектируется дублер для сборки сердечников с переменной длиной от 100 до 190 м, который оснащается устройствами для автоматической центровки ткани и создания постоянного натяжения.

Обкладка каркаса – завершающая технологическая операция изготовления заготовки конвейерной ленты перед вулканизацией. В зависимости от используемого оборудования обкладку производят по различным технологическим схемам: разогретой резиновой смесью непосредственно в зазоре трех- или четырехвалкового каландра; дублированием каркаса и горячего резинового листа, выходящего из плоской щелевой головки червячной машины холодного питания, в зазоре между двумя валками; дублированием предварительно отформованной рулонной резиновой обкладки с каркасом в зазоре между двумя валками или с отдельных раскаточных стоек.

Обкладка сердечника резиновыми слоями и усиление его бортов осуществляется в каландровых поточных линиях (рис. 7), которые включают каландры (один трехвалковый, два трехвалковых или один четырехвалковый), питающие машины (червячная машина холодного питания или вальцы), транспортеры для питания каландров разогретой резиновой смесью, охлаждающие барабаны, раскаточные и закаточные устройства.

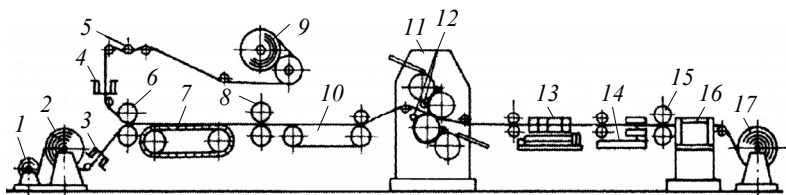


Рис. 7. Поточная линия обкладки сердечников конвейерных лент:

- 1 – станок для закатки прокладки; 2 – раскаточный станок;
- 3, 4 – пневмодатчики центрирующих устройств; 5 – центрирующее устройство для брекерной ткани; 6, 8, 15 – дублирующие валки; 7 – устройство для заворота кромок брекерной ткани на борт; 9 – раскаточный станок для брекерной ткани; 10 – транспортер; 11 – четырехвалковый каландр; 12 – дисковые ножи; 13 – механизм для заворота резинового листа на кромки заготовки; 14 – механизм для обертки кромок сердечника полосками ткани; 16 – установка для нанесения эмульсии;
- 17 – устройство для закатки заготовки ленты

Рулон сердечника с помощью кран-балки устанавливается на раскаточный станок 2, который снабжен устройством для центрирования сердечника относительно продольной оси линии, управляемым по сигналам пневмодатчика 3. Прокладочный холст

закатывается на станке 1. Брекерная ткань подается с раскаточно-го станка 9 и перед входом в дублирующие валки 6 центрируется относительно оси линии устройством 5. По команде пневмодатчика 4 заворот кромок широкой брекерной прокладки на борт сердечника производится механизмом 7. Завернутые кромки прикатываются дублирующими валками 8. Далее сердечник транспортером 10 подается к четырехвалковому каландру 11 для двухсторонней обкладки резиновыми слоями. Края резиновых слоев обрезаются дисковыми ножами 12 и после выхода из каландра механизмом 13 заворачиваются на кромки сердечника, которые при необходимости на механизме 14 обертывают узкими тканевыми полосками. Далее сердечник обжимается дублирующими валками 15, проходит через установку 16 для нанесения антиадгезива и поступает на закаточное устройство 17. Чтобы избежать деформации заготовки и ее залипания, рулоны до вулканизации хранят в подвешенном состоянии.

Скорость наложения обкладки составляет 15–20 м/мин для самых тонких обкладок и узких лент и не должна быть ниже 3–4 м/мин для толстых обкладок и широких лент. Обкладки большой толщины, чтобы предупредить опасность появления пузырей из-за захвата воздуха резиновой смесью в зазоре каландра, получают повторным пропусканием заготовки через каландр.

Резинотканевые многопрокладочные конвейерные ленты вулканизуют обычно в гидравлических прессах, тонкие – в барабанных вулканизаторах непрерывного действия.

Для предотвращения вытяжки (разнашиваемости) транспортной ленты в процессе эксплуатации перед вулканизацией заготовку подвергают растяжению от 4 до 8% первоначальной длины. С этой целью участок ленты между нагревательными плитами зажимается и с помощью гидравлических устройств подвергается вытяжке. Данные устройства представляют собой гидравлические зажимы, установленные на концах пресса, способные перемещаться с помощью гидроцилиндров. В результате вытяжки распрямляются ткани каркаса и снижается удлинение конвейерных лент в эксплуатации.

При вулканизации в гидравлических прессах длина заготовки конвейерной ленты во много раз превышает длину плит пресса. Поэтому ленту вулканизуют прерывно отдельными участками непосредственно между плитами пресса. Для обеспечения точных

размеров ленты по ширине, высоте и кромкам между заготовками и по их краям вдоль пресса укладывают ограничительные линейки, которые в совокупности с плитами пресса выполняют функции пресс-формы. Толщину ограничительных линеек и расстояние между ними рассчитывают по размерам невулканизированной заготовки и их изменениям в процессе вулканизации.

Современные одно- и двухэтажные гидравлические прессы позволяют вулканизовать участок конвейерной ленты длиной 10–15 м и шириной 1000–3800 мм. Предпочтительны гидравлические прессы жесткой рамной конструкции, которая обеспечивает равномерную передачу давления на всю прессующую поверхность. Плоскопараллельный подъем прессовочного стола по направляющим обеспечивает равномерное смыкание плит пресса. Общий вид прессы показан на рис. 8.

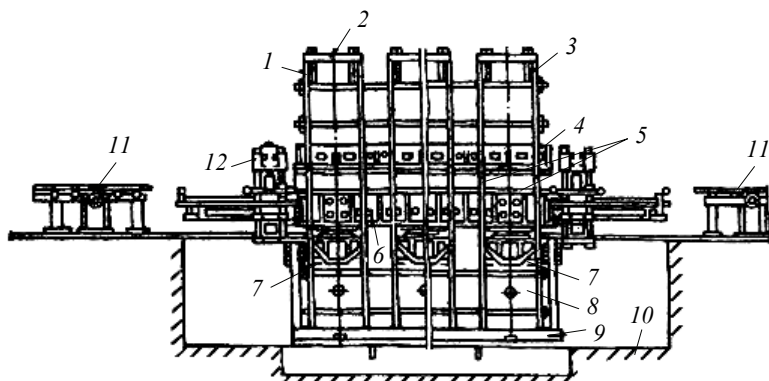


Рис. 8. Одноэтажный пресс для вулканизации конвейерных лент:

- 1 – рамы; 2 – продольные балки для крепления верхней опорной плиты;
- 3 – стержни-подвески; 4 – верхняя опорная плита; 5 – нагревательные плиты;
- 6 – секция подъемного стола; 7 – рабочие цилиндры; 8 – основание прессы;
- 9 – фундаментные балки; 10 – фундамент; 11 – стол для перезарядки прессы; 12 – зажимно-растяжное устройство

Ширина плит прессов составляет 1200, 1600, 2000, 2500 и 2900 мм, длина рабочего участка плиты – 10 м. Часто в пресс встраивают третью плиту, в результате чего он становится двухэтажным, что позволяет одновременно вулканизовать две конвейерные ленты.

Продолжительность цикла вулканизации зависит от состава резиновых смесей, температуры, толщины конвейерной ленты. Для резин из ненасыщенных каучуков продолжительность вулканизации приблизительно равна 1,5–2,0 мин на 1 мм толщины конвейерной ленты при 140–150°C. Конвейерные ленты общего назначения толщиной 10, 15 и 18 мм из полиамидной ткани вулканизуют при 151°C в течение соответственно 15, 21 и 26 мин. Максимальная продолжительность вулканизации характерна для лент из смесей на основе БК и ХБК при температуре не ниже 160°C. Время вулканизации лент из бутилкаучука обычно вдвое больше, чем аналогичного ассортимента из ненасыщенных каучуков.

При изготовлении лент из синтетических тканей целесообразно использовать установки для охлаждения лент под натяжением.

Рассмотрим технологический процесс изготовления резинотросовых лент. Сборка заготовки ленты ведется при высоком давлении с помощью формующего пресса, установленного в одном потоке с вулканизационным оборудованием (рис. 9).

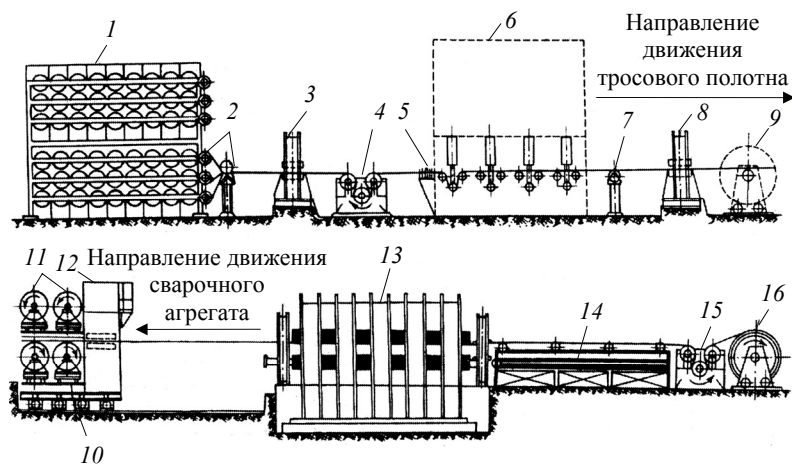


Рис. 9. Технологическая схема поточного процесса производства резинотросовых лент:

- 1 – шпулярик; 2, 7 – роликовые гребенки; 3, 8 – первый и второй зажимы;
- 4 – натяжное устройство; 5 – неподвижная гребенка; 6 – натяжная станция;
- 9 – резервное раскаточное устройство; 10 – подвижный сборочный агрегат;
- 11 – раскаточное устройство для резиновой смеси; 12 – формующий пресс;
- 13 – вулканизационный пресс; 14 – стол для механических линеек;
- 15 – натяжное и проталкивающее устройства; 16 – закаточное устройство

Тросовое полотно собирают, подавая тросы из шпулярника в направляющее устройство и укладывая его с определенным шагом. Шпулярник представляет собой двухъярусную рамную конструкцию, вмещающую по 150 шпуль в каждом ярусе. При работе одного из ярусов шпулярника другой в это время заряжают шпулями. Зарядка его производится с помощью подъемно-транспортных устройств, перемещающихся вдоль и поперек яруса. Шпули надеваются на горизонтально расположенные шпиндели шпулярника с соблюдением правил чередования тросов левой и правой свивки. Зарядка его заканчивается протягиванием концов тросов до выхода и соединением их контактной сваркой с концами тросов предыдущего тросового полотна.

Технологический процесс сборки и вулканизации заготовки ленты полуавтоматический. Управление процессом осуществляется с пульта управления, установленного с натяжной станции. Лента собирается и вулканизуется отрезками по 15 м. При этом выполняются следующие основные технологические операции: передвижение тросового полотна, заготовки и готовой ленты; зажим и натяжение тросового полотна; сборка и вулканизация заготовки ленты с одновременным накоплением тросов в тросонакопителе.

Сборку лент производят с помощью сборочного агрегата, смонтированного на подвижной платформе, которая имеет привод, обеспечивающий ее передвижение по рельсам на расстояние 15,6 м со скоростью 6,6 м/мин и возврат в исходное положение (к вулканизационному прессу). На платформе имеются четыре подвижных в поперечном направлении раскаточных устройства для рулонов резиновых или резинотканевых заготовок и формирующий гидравлический пресс. Пресс обеспечивает ступенчатое холодное прессование заготовки ленты и оборудован дисковыми ножами для снятия излишков резиновой смеси после прессования.

При передвижении с помощью гидравлических устройств открывается зажим ленты на протягивающем барабанном устройстве, включается привод этого устройства и тросовое полотно, передвигаясь, выходит из тросонакопителя при постоянном натяжении 200 Н на каждый трос. При этом установленный на тележке сборочный агрегат возвращается (поскольку сборочный пресс закрыт, и заготовка ленты зажата между его плитами) к вулканизационному прессу. Заготовка ленты «заправляется» в вулканизационный пресс, а соответствующий участок готовой ленты наматывается

на барабан закаточного устройства. Затем зажим ленты на протягивающем барабанном устройстве и основное зажимное устройство закрываются, а сборочный пресс открывается. С помощью гидравлики поднимается стол натяжной станции, и тросовое полотно натягивается. Натяжная станция обеспечивает натяжение каждого троса от 834 до 3090 Н в зависимости от его диаметра в течение всего технологического процесса сборки и вулканизации участка ленты длиной 15 м. Шаг тросов в полотне обеспечивается системой гребенок, одна из которых на входе в сборочный пресс меняется в зависимости от заданного шага тросов.

Сборка заготовки ленты начинается с установки рулонов резиновых заготовок в раскаточные устройства подвижного сборочного агрегата, которые подаются в смонтированный на агрегате гидравлический пресс с размерами плит 800×3200 мм, где они дублируются с тросовым полотном холодным способом. Удельное давление прессования – до 4,9 МПа, продолжительность одного цикла – 1 мин. На выходе из сборочного пресса у заготовки ленты электрически нагреваемыми ножами обрезаются резиновые кромки. Во время сборки и вулканизации участка ленты длиной 15 м происходит накопление тросового полотна в тросонакопителе.

Вулканизация заготовки ленты производится в гидравлическом вулканизационном прессе закрытой рамной конструкции с размерами плит 15 600×3200 мм при температуре $(151 \pm 3)^\circ\text{C}$ и удельном давлении $(3,92 \pm 0,8)$ МПа. Концы плит длиной 300 мм на входе и выходе вулканизационного пресса охлаждаются водой до температуры 70–80°C. Продолжительность вулканизации зависит от толщины ленты. После окончания цикла вулканизации свулканизованного участка ленты производится передвижение тросового полотна, заготовки и готовой ленты, и далее цикл сборки и вулканизации повторяется. Поперечная резка ленты производится на подвижном гидравлическом устройстве с усилием до 200 кН. Небольшие дефекты на ленте устраняются в передвижном ремонтном электропрессе при удельном давлении $(1,44 \pm 0,06)$ МПа.

3

КЛИНОВЫЕ РЕМНИ

Несмотря на быстрые темпы развития таких областей промышленности, как электроника, атомная энергетика и др., простые механические передачи не теряют своей актуальности. В технике применяют передачи гибкой связью (ремни, цепи), передачи непосредственным контактом (фрикционные) и зацеплением (зубчатые, цепные).

Из указанных видов передач ременные являются одними из старейших, они применяются практически во всех отраслях машиностроения для передачи крутящего момента и основаны на использовании силы трения между шкивом и ремнем.

По сравнению с другими видами передач ременные имеют целый ряд преимуществ: возможность передачи движения на сравнительно большие расстояния; возможность значительных (до 300%) перегрузок без поломок передачи, простота конструкции и эксплуатации; плавность и бесшумность работы; небольшие нагрузки на валы и их опоры; отсутствие специальных корпусов и необходимости смазки.

Конструкция клинового ремня определяется условиями его эксплуатации. Основное требование к конструкции – обеспечить максимальный срок службы ремня при заданных параметрах: максимальной мощности, требуемой скорости и т. д.

Наиболее распространенным типом являются клиновые ремни трапецевидного сечения (рис. 10).

Благодаря такой форме сечения и клинообразной форме канавок

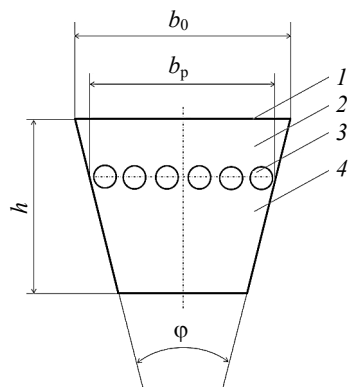


Рис. 10. Общий вид клинового ремня:
1 – оберточная ткань; 2 – слой растяжения; 3 – тяговый (несущий) слой; 4 – слой сжатия;
 b_0 – ширина; b_p – расчетная ширина; h – высота (толщина) ремня; ϕ – угол клина

шкива клиновые ремни передают мощность примерно в три раза большую, чем плоские при одних и тех же натяжении и коэффициенте трения.

Основными геометрическими характеристиками клиновых ремней являются: b_0 – ширина по большому основанию трапеции; b_p – расчетная ширина; h – высота (толщина) ремня; φ – угол клина. Расчетная ширина находится на уровне силового слоя, т. е. на расстоянии от большого основания, равном примерно $1/3$ высоты ремня.

В зависимости от отношения большого основания трапеции к высоте ($b_0 : h$) выпускают ремни узкого (1,2–1,3), нормального (1,6–1,7) сечения и широкие ремни (2,0–3,5). Ремни узкого сечения по сравнению с ремнями нормального сечения имеют на 25% более развитую поверхность и, следовательно, меньше нагреваются при работе, дают возможность передавать в 1,5–2 раза большую мощность и работать при скоростях до 40 м/с. Применение узких ремней позволяет уменьшить габариты, массу и стоимость клиноременной передачи. Широкие ремни выпускаются в основном для использования в вариаторах.

Длина ремня принимается на уровне тягового слоя (расчетная длина) или по меньшему основанию трапеции (внутренняя длина).

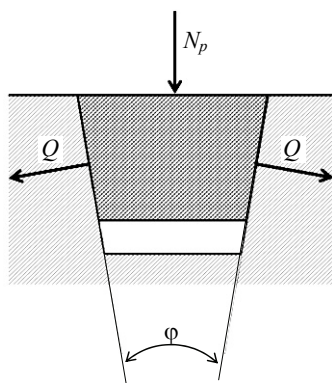


Рис. 11. Схема радиальных усилий в сечении клинового ремня в канавке шкива:
 N_p – радиальное усилие, создаваемое натяжением ремня;
 Q – нормальное давление по боковым граням ремня

Угол клина сечения ремня обеспечивает максимальное заклинивание ремня в канавку и достаточно свободный выход из нее. Он обычно составляет $30\text{--}40^\circ$ (или $22\text{--}34^\circ$, если с помощью ремня регулируется скорость передачи).

Ремни работают в канавках шкивов, профили которых имеют также форму трапеции. Передача вращения от одного шкива к другому осуществляется благодаря силе трения между боковыми поверхностями ремня, находящегося под натяжением, и боковыми сторонами канавок шкивов. Рассмотрим силы, действующие на ремень, находящийся в канавках шкива (рис. 11).

Составляющая радиального усилия Q , обеспечивающего прижатие ремня к поверхности шкива, будет равна:

$$Q = N_p / 2\sin(\varphi/2),$$

где N_p – радиальное усилие, создаваемое натяжением ремня.

Усилие Q всегда больше радиального усилия N_p (у плоских ремней сила прижатия ремня равна радиальному усилию). Это обуславливает большую долговечность передачи, так как чем меньше натяжение, тем меньше изнашиваются валы и ремни.

Клиновые ремни состоят главным образом из четырех основных элементов: тягового слоя, слоя сжатия, слоя растяжения и обертки (рис. 12).

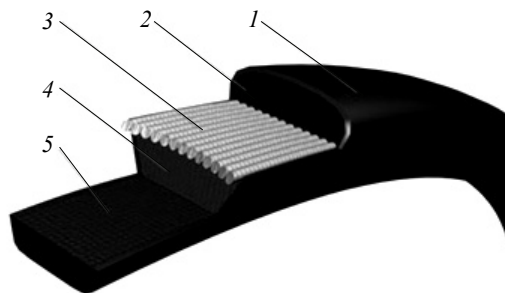


Рис. 12. Элементы клинового ремня:
1 – тканевая обертка; 2 – слой растяжения;
3 – несущий слой; 4, 5 – слой сжатия

Тяговый слой, содержащий кордшнур или ткань, является основным элементом ремня, определяет величину передаваемой мощности, а также оказывает большое влияние на долговечность изделия. В процессе работы он подвергается деформациям изгиба, растяжения, сжатия и сдвига.

Практически у всех видов ремней над тяговым слоем и под ним расположены резиновые или резинотканевые элементы (соответственно слою растяжения и сжатия), которые при изгибе на шкивах испытывают в той или иной степени деформации растяжения (над тяговым слоем) или сжатия (под тяговым слоем). Слой растяжения, состоящий из резины или из промазанных тканей, работает на растяжение как при изгибе ремня, так и при нахождении его между шкивами. Основной массив ремня образует

слоем сжатия, состоящий из резины (реже из резины с тканевыми прослойками). При огибании шкива ремнем этот слой работает на сжатие. Снаружи ремни обычно имеют обертку из промазанной ткани в 1–3 слоя. Обертка придает ремню каркасность и монолитность, лучшую устойчивость на шкивах и предохраняет рабочие поверхности от износа.

Поскольку на все химические волокна отрицательно влияют деформации сжатия, тяговый слой располагают таким образом, чтобы его основная часть находилась в зоне растяжения. Это возможно только в ремнях кордшнуровой конструкции, в тяговом слое которых находятся спирально навитые витки кордшнура, располагаемые в сравнительно тонком слое резины – эластичном слое. Этот слой обеспечивает высокую адгезию к текстилю и амортизацию напряжений, возникающих на границе резина – текстиль при работе ремня.

Кордтканевые ремни появились раньше, чем кордшнуровые. В настоящее время они производятся в ограниченных количествах, так как обладают меньшей изгибостойкостью. На нижних слоях ткани, находящихся в зоне сжатия, в процессе работы наблюдается появление усталостных трещин, постепенно распространяющихся на весь тяговый слой. Для изгиба жестких кордтканевых ремней требуются затраты большей энергии, соответственно повышается теплообразование, способствующее разрушению ремня.

В зависимости от вида контакта ремня со шкивом ремни образуют три конструктивные группы:

- ремни, работающие в канавках шкивов (клиновые, поликлиновые, круглые, сдвоенные клиновые);
- ремни, передающие вращение путем зацепления зубьев ремня с зубьями шкивов (зубчатые);
- ремни, работающие на плоских шкивах (плоские).

Клиновые ремни в зависимости от их применения разделяются на две группы: ремни станочные и ремни вентиляторные. Ремни первой группы устанавливаются по два и более на шкивах, имеющих соответственное количество канавок, применяются на передачах мощностью до 900 кВт. Ремни второй группы устанавливаются по одному (реже по два) на шкиве. Такие ремни применяются для передачи движения от вала двигателя к вентилятору, насосу и генератору в автомобилях, тракторах и комбайнах.

Они выпускаются бесконечными как штучные изделия в установленном ассортименте длин и профилей. Значительно меньшее применение имеют конечные ремни, стыкуемые при постановке на привод.

Передача клиновыми ремнями имеет следующие особенности по сравнению с передачей плоскими приводными ремнями.

1. Упрощение монтажа и ухода, так как клиновые ремни не требуют сшивки.

2. Сокращение габаритов установки, поскольку клиновые ремни допускают передачи с минимальным расстоянием между шкивами и большим передаточным числом (до 7 и даже до 10). Компактность установки – ценная особенность клиноременной передачи. Именно по этой причине клиновые ремни вытеснили другие виды передач в прядильных и иных машинах с индивидуальными приводами от быстроходных моторов.

3. Меньшее давление на валы, так как клиновые ремни обеспечивают передачу при меньшем натяжении.

4. Передача клиновыми ремнями отличается большим постоянством передаточного числа, бесшумностью, большей безопасностью, чистотой и надежностью работы.

Для нормальной работы клиновых ремней необходимо соблюдение ряда условий. Недопустимо ставить ремни излишне большого или, наоборот, недостаточного профиля. В первом случае погружение в канавку будет неполным и боковые стороны ремня быстро сработаются. Во втором случае ремень будет лежать на дне канавки, скользить и нагреваться, что также поведет к преждевременному износу. Лишь правильно выбранные ремни, полностью прилегающие рабочими сторонами к канавкам шкива без излишнего погружения в них и соответственной длины, будут работать нормально. Расстояние между нижним основанием и дном канавки устанавливается, следуя рискам на шкиве, но оно должно быть не менее 5 мм. Диаметры шкивов и профили их канавок должны соответствовать сечениям ремней.

Вследствие относительно большой высоты клиновых ремней при огибании ими шкива наблюдаются значительные деформации поперечного сечения ремней. Растяжение материала по верхнему основанию трапеции сопровождается поперечным сжатием, т. е. уменьшением ширины верхнего основания. Сжатие материала по нижнему основанию ведет к увеличению ширины нижнего

основания, в результате чего угол клина уменьшается. Поэтому для равномерного снашивания боковых граней ремней необходимо уменьшать угол клина канавок шкивов по сравнению с углом клина ремней.

3.1. Конструкции клиновых ремней

Первая конструкция клиновых ремней представляла собой накатное кольцо с сердцевинной из кордткани и с тканевой оберткой, закроенной диагонально. Вулканизацией в соответствующих формах ремню придавалось требуемое сечение. Ремни этой конструкции обнаруживали в эксплуатации ряд недостатков. Нити корда, закатываемого вручную в жгут, располагались в ремне непараллельно, беспорядочно. Вследствие этого напряжение распределялось неравномерно: более короткие и, следовательно, более нагруженные нити разрывались раньше других, что вело к быстрому износу ремня. Относительно большие размеры сердечника вызывали отслаивание нитей корда, расположенных выше или ниже нейтрального слоя. Эти недостатки были устранены введением слойной конструкции клиновых ремней. В таких ремнях минимально необходимое количество параллельных несущих нагрузку кордных слоев располагается в срединной зоне сечения ремня, во всю его ширину. Кордовый сердечник ремня принимает на себя натяжение, возникающее при работе ремня. Так как небольшая толщина кордового слоя не могла бы обеспечить должное положение его в канавках шкива и достаточную поверхность трения, то, в целях необходимого развития боковых граней, в ремень вводятся дополнительные резиновые и тканевые слои, а также тканевая защитная обертка. Верхний слой, прилегающий к широкому основанию трапеции и работающий в момент прохода ремня по шкивам на добавочное растяжение, носит название слоя растяжения; нижний, в этих условиях работающий на сжатие, называется слоем сжатия. Большая высота клиновых ремней ведет к некоторому скольжению верха и низа боковых граней по поверхности канавок; скольжение вызывает нагревание ремней и износ их боковых граней. По этой причине высоту клиновых ремней ограничивают 30 мм.

Клиновые ремни с кордтканью в срединном слое имеют следующие детали: слой сжатия из резины; сердечник из нескольких слоев корда; слой растяжения из резины или из нескольких слоев специальной ткани, закроенной под углом 45° . Толщина кордового слоя должна быть минимальной по сравнению с высотой ремня. Наружную обертку ремня составляют один или два слоя прорезиненной ткани, закраиваемой под углом 45° (рис. 13).

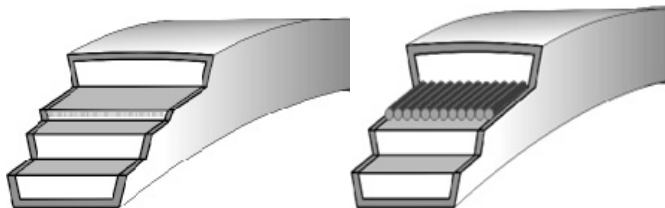


Рис. 13. Общий вид клинового ремня кордтканевой и кордшнуровой конструкции

Способствуя лучшему оформлению ремня и устойчивой посадке в канавке шкива, обертка, однако, ведет к некоторому увеличению жесткости ремня на изгиб.

В дальнейшем конструкция клиновых ремней была усовершенствована и кордткань заменили кордшнуром, который располагается в эластичном резиновом слое в один ряд по низу зоны растяжения. В таких ремнях расслоение по несущему нагрузке слою исключается.

В новых видах клиновых, в частности вентиляторных, ремней вводится сердечник из металлокорда. Ремни с таким каркасом растягиваются меньше и показывают большую выносливость по сравнению с ремнями из текстильного корда.

Для работы на шкивах малых диаметров требуются особенно гибкие ремни. Этим свойством обладают клиновые ремни с зубчатой внутренней поверхностью (рис. 14).

Поперечно расположенные зубцы обеспечивают должную поперечную жесткость, а снижение высоты ремня на участках между зубцами ведет к значительному уменьшению продольной жесткости. Известны также ремни с зубцами на обеих сторонах; в таких ремнях сердечник может быть расположен наиболее рационально. Зубчатые клиновые ремни, предназначенные для приводов сепараторов,

вентиляторов и т. п. стыкуются на месте, а потому изготавливаются конечными, каркас их почти целиком состоит из ткани гарнитурного переплетения с нормальным закроем.



Рис. 14. Общий вид клинового ремня с зубчатой внутренней поверхностью

Известны так называемые сдвоенные клиновые ремни с шестигранным сечением профиля, а также ремни не клинового, а круглого сечения диаметром 9,5 мм.

Зубчато-ременная передача является своеобразным «гибридом» ременной и зубчатой передач. Зубцы ремня находятся в зацеплении с выступами-зубцами на поверхности шкивов. Этим обеспечивается строгое постоянство передаточного числа и отсутствие проскальзывания. В то же время тяговое усилие воспринимается сердечником ремня, изготовляемым из металлических тросов или кордшнура. Ремни подобных передач не требуют значительного первоначального натяжения и работают на скоростях до 60–80 м/с с коэффициентом полезного действия, близким к 1,00. Области применения зубчатоременных передач крайне разнообразны: от швейных машин до установок в 750 кВт.

Сдвоенные клиновые ремни имеют в сечении шестигранник, что позволяет осуществлять вращение валов многошкивной передачи в разных направлениях при использовании одного и того же ремня (рис. 15).

Размеры сечений сдвоенных клиновых ремней установлены с учетом обеспечения взаимозаменяемости их обычными клиновыми ремнями, для того чтобы можно было использовать стандартные шкивы.

Сдвоенные шестигранные клиновые ремни выпускают как кордшнуровой, так и кордтканевой конструкций.

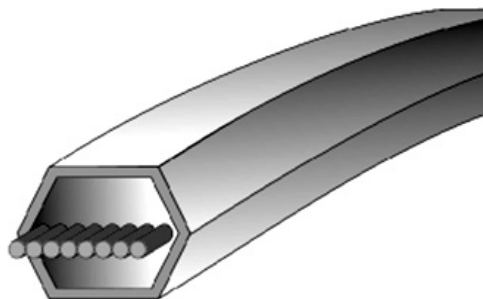


Рис. 15. Общий вид сдвоенного клинового ремня

Многоручьевые (многопрофильные) ремни состоят из нескольких одиночных клиновых ремней (2–5 штук), соединенных привулканизованной плоской резинотканевой пластиной (рис. 16).

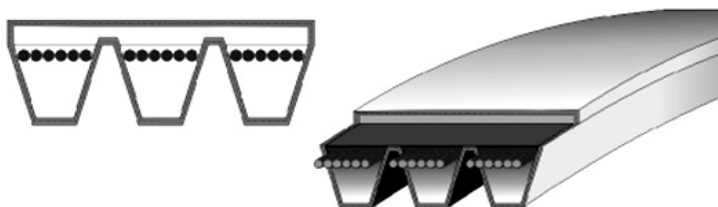


Рис. 16. Общий вид многоручьевого клинового ремня

Эти ремни предназначены для замены комплекта клиновых ремней, работающих параллельно в одной передаче, и используются в передачах сельскохозяйственных машин и промышленного оборудования. Основными преимуществами таких ремней по сравнению с групповым клиноременным приводом является большая надежность в работе; при их использовании обеспечивается равномерная нагруженность каждого одиночного ручья, длина которых одинакова; устойчивая работа на шкивах, отсутствие возможности переворачивания ремней в передачах с пульсирующими нагрузками и с большими межосевыми расстояниями; снижение вибрации привода.

Поликлиновые ремни используются для замены плоских приводных ремней, а также клиновых, работающих в комплекте (рис. 17).

Так как зубчатая поверхность контакта поликлинового ремня со шкивом примерно в 3 раза больше поверхности контакта плоского ремня той же ширины, поликлиновый ремень обеспечивает передачу значительно большей мощности. Поликлиновые ремни изготавливают с кордшнуром, расположенным в плоской части ремня. Ребра состоят из резины.



Рис. 17. Общий вид поликлинового ремня

Для особо тяжелых условий работы ребра таких ремней могут иметь тканевое покрытие. В слое растяжения над кордшнуром находится или резина, или слои прорезиненной ткани. Некоторые фирмы изготавливают поликлиновые ремни небольших размеров из жидкого полиуретана и полиуретанового термоэластопласта.

3.2. Изготовление клиновых ремней

В мировой практике производства ремней существует несколько альтернативных технологий производства.

Наиболее распространенная групповая сборка обернутых ремней включает следующие основные операции: сборку на барабанных станках цилиндрической заготовки (викеля), ее резку на отдельные заготовки ремней и после съема с барабана их скашивание под форму трапеции, обертку кольцевой заготовки прорезиненной тканью, вулканизацию, стабилизацию длины, промер, маркировку, испытания на стендах.

Процесс изготовления ремней без обертки боковых граней отличается от указанной технологии тем, что собранный на сборочно-вулканизационном (обычно зубчатом) барабане викаль полностью вулканизуется в диафрагменном вулканизаторе (автоклаве), охлаждается в ванне для стабилизации длины, снимается с барабана и режется на отдельные ремни, которые при необходимости подвергаются подшлифовке боковых граней.

Известен еще один способ, основанный на индивидуальной сборке заготовок ремней и состоящий из следующих основных операций: экструзии резинового слоя сжатия, сборки заготовки каждого ремня на индивидуальном станке и обертки заготовки, вулканизации ремней в челюстных прессах со стабилизацией длины или в диафрагменных вулканизаторах, маркировки, промера и испытания на стендах.

Технология, основанная на индивидуальной сборке, включает шприцевание (экструзию) заготовок слоев сжатия и растяжения ремня из термопластичного эластомера, сборку ремня (наложение слоя растяжения, навивку шнура силового слоя, наложение слоя сжатия), тепловую сварку всех элементов с последующим промером длины и маркировкой ремня. По этой технологии нужны всего три автоматизированных станка, не требуется дорогостоящей оснастки и больших капитальных вложений. Однако она не получила широкого распространения из-за высокой стоимости материалов, недостаточной отработки технологического процесса и ограниченности областей применения ремней, чувствительных к повышенным тепловым нагрузкам.

В общем виде технологический процесс производства клиновых ремней включает следующие операции: подготовку полуфабрикатов, сборку сердечников, скашивание сердечников, обертку сердечников, вулканизацию, стабилизацию длины ремней, контроль, маркировку и упаковку.

Подготовка полуфабрикатов включает пропитку кордшнуров и тканей, промазку и обкладку тканей и каландрование резиновых смесей, раскрой каландрованных смесей и тканей, резку оберточных ленточек.

Сборка клинового ремня выполняется дублированием и/или завертыванием листов резины, кордшнура и ткани. Существуют сборочные станки, предназначенные специально для клиновых ремней с оберткой боковых граней, для ремней без обертки боковых граней и для зубчатых клиновых ремней.

Клиновые ремни с оберткой боковых граней изготавливают, укладывая, складывая и наматывая компоненты ремней на разжимную оправку, что отличает эту технологию от других процессов изготовления ремней. Разжимная оправка позволяет поместить в своем расширяющемся механизме ремни определенного диапазона длины. Резиновые листы, корд и покровный брезент укладывают на оправку, вращающуюся с заданной скоростью.

Равномерное дублирование, наматывание и обертывание материалов, сведение к минимуму количества воздуха, захваченного между слоями, – это ключевые факторы хорошей сборки. Особенно это важно для того, чтобы избежать сминания (морщин) на резиновых и брезентовых листах. Также важно контролировать заданное натяжение и шаг кордшнура.

После завершения послойной укладки (сборки) слоеный материал режется на заданную длину под прямым углом к оправке. Затем отрезанные куски снимают со сжатой оправки для завершения процесса создания ремней.

Скашивание – это процесс дальнейшей резки для получения из прямоугольного сечения клинового (рис. 18).

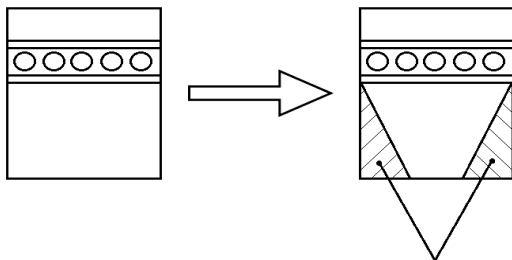


Рис. 18. Схема скашивания клинового ремня

Незаконченный ремень прямоугольного сечения помещают вывернутым наружу вокруг двух шкивов машины для скашивания. Два вращающихся режущих диска (фрезы) под заданными углами режут движущийся ремень, придавая ему клиновую форму.

Важную роль в скашивании играет точность нарезки: для предотвращения нарушений формы сечения (защемление в форме, губчатость) и неправильного расположения корда из-за деформа-

ции резины при вулканизации поперечная площадь клинового ремня должна сохраняться постоянной.

После скашивания клиновый ремень обертывают брезентом, пропитанным резиной и обладающим высокой гибкостью. Этот брезент обычно представляет собой хлопчатобумажную ткань, смещенную в продольном направлении ремня. В некоторых высококачественных ремнях используют для большей гибкости ткань со скосом 120° .

Самый важный момент на этом этапе – обернуть ткань равномерно и плотно по всему периметру. Ширина перекрытия на концах материала – это также важная характеристика готовых ремней. Для максимизации прочности соединения внахлест и гибкости ремня обычно используют перекрытие 3–10 мм. На рис. 19 показан процесс обертывания.

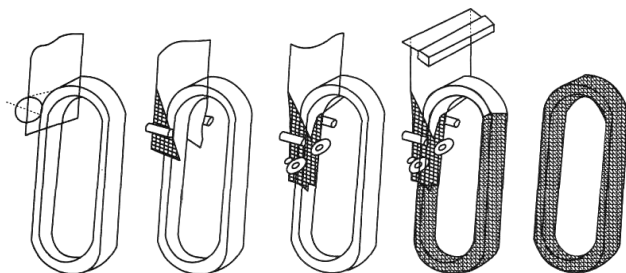


Рис. 19. Процесс обертывания заготовки клинового ремня

Для получения нужных рабочих характеристик и формы после сборки на стадии вулканизации ремни подвергаются действию нагрева и давления.

В качестве источников нагрева применяют пар, электричество, масло и горячий воздух. Для изготовления ремней, как и для других резиновых изделий, наиболее популярен и экономичен пар.

Поскольку в производстве ремней преобладает применение автоклавной вулканизации, а пар – наиболее распространенный источник нагрева, его также обычно предпочитают как источник давления.

Метод вулканизации для обернутых кольцевых ремней выбирается в зависимости от длины ремня. Вулканизация в автоклаве с кольцевыми формами наиболее распространена для ремней

небольшого размера (коротких). Непрерывная вулканизация применяется для длинных ремней из-за их гибкости относительно длины. Вулканизация в прессе часто используется для ремней среднего размера. Наиболее широко применяемые типы вулканизации – это автоклавная и непрерывная вулканизация рукавов.

Как показано на рис. 20, вулканизация начинается с 10–50 пар собранных вместе кольцевых ремней и круговых форм, последовательно сложенных одна на другую.

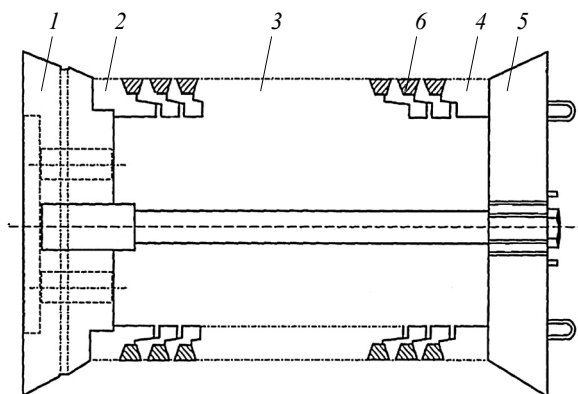


Рис. 20. Кольцевая форма:
1, 5 – верхний и нижний фланцы; 2–4 – нижнее, среднее и верхнее кольца; 6 – невулканизированный ремень

Они стягиваются с помощью расположенных сверху и снизу фланцев, которые затягивают предназначенными для этого болтами. Резиновый рукав надевают сверху на сложенную цилиндрическую форму и помещают в автоклав для вулканизации. Резиновый рукав служит для равномерного распределения тепла и давления между ремнями. Он также работает как уплотнение для выравнивания нагрева и давления на сторонах самого рукава, в то же время предотвращая непосредственный контакт пара с ремнями. Для изготовления рукава используется термостойкий и воздухо-непроницаемый материал. Три метода автоклавной вулканизации указывают на различие давления пара между внутренней и внешней сторонами формы, находящимися в автоклаве, где создается более высокое давление пара на внешней стороне формы.

Вулканизация с диафрагмой проводится так же, но рукав заменяется диафрагмой. Система с диафрагмой – это улучшенная, более безопасная система, поскольку пар находится в надувной камере.

Непрерывная вулканизация широко применяется в производстве конвейерных лент и резиновых листов, а также для длинных клиновых ремней. При изготовлении клиновых ремней с помощью вулканизации под давлением в автоклаве длина ремня определяется размером формы. Непрерывная вулканизация, с другой стороны, подходит для изготовления сравнительно длинных ремней, поскольку для этого вида она обеспечивает определенную гибкость в отношении длины ремней. Вулканизуется параллельно несколько ремней на основном (клиновом валке-матрице) и натяжном валках. Для предотвращения усадки корда, вызванной нагревом при вулканизации, устройство должно обладать соответствующей жесткостью, чтобы сохранять фиксированное расстояние между центрами валков. В противном случае длина готовых ремней изменится.

Пар подводится к основному валку, и электронагреватель или инфракрасный нагреватель, работающий в дальней области инфракрасного спектра, используется с другой стороны стальной полосы. Зона вулканизации – это зона формы, вокруг которой обернута стальная полоса. Резиновый лист, помещенный между ремнем и стальной полосой в зоне вулканизации, выполняет такие важные функции, как поддержание формы ремней, устранение задиrow и повреждения стальной полосы.

После вулканизации ремни нормализуют или подвергают отверждению в естественных условиях для предотвращения растягивания корда при работе ремня, принимая во внимание термическую усадку кордшнура.

Стабилизация длины ремней предназначена для получения ремней стабильной длины и меньшей изнашиваемости при эксплуатации и заключается в охлаждении ремней после вулканизации под натяжением.

При диафрагменном и автоклавном способах вулканизации свулканизованные ремни на пресс-формах охлаждаются в проточной воде или обдувом воздухом до температуры 60–70°C.

При вулканизации в челюстных прессах стабилизация ремней проводится в самом прессе сразу же после вулканизации. При этом после раскрытия пресса ремни растягивают с помощью

растяжных устройств и при вращении на растяжных роликах под натяжением охлаждают водой или воздухом. Охлаждающие устройства устанавливают между плитами пресса и растяжными барабанами.

Стабилизация может осуществляться и на специальных станках.

При вулканизации ремней на ротационных вулканизаторах стабилизация ремней производится непосредственно на вулканизаторе. Участки ремней при заданной вытяжке, которая обеспечивается натяжным устройством, охлаждаются водой.

Контроль свулканизованных ремней включает следующие операции:

- внешний осмотр (визуально);
- промер длины;
- проверка размеров сечения;
- замер величины колебания межцентрового расстояния (только для вариаторных ремней);
- определение прочности связи тягового слоя с резиной;
- проверка расположения тягового слоя по сечению ремня;
- определение антистатических свойств;
- определение динамической надежности (при испытании ремней на стендах).



РУКАВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

4.1. Классификация, конструкции, назначение и условия эксплуатации рукавов

Рукавные изделия (рукава) предназначены для транспортировки жидких, сыпучих или газообразных продуктов под давлением или разряжением. Они применяются в качестве гибких соединительных трубопроводов в различных узлах аппаратов, машин и приборов, используемых практически во всех отраслях народного хозяйства. Благодаря своей гибкости рукавные системы обеспечивают надежность работы оборудования в условиях вибраций, динамических, изгибающих нагрузок и т. д.

К рукавам предъявляют следующие требования: высокая прочность и гибкость, герметичность, сопротивление действию передаваемых материалов, высокое сопротивление действию окружающей среды, внешним механическим нагрузкам, постоянство геометрических размеров.

По назначению рукава делятся на следующие виды:

- напорные для транспортировки сыпучих веществ, жидкостей и газов под давлением;
- рукава высокого давления для использования в качестве гибких трубопроводов в гидросистемах различной техники, нефтедобывающей промышленности, транспортировки масел, жидкого топлива и других сред в интервале температур от -50 до $+150^{\circ}\text{C}$;
- всасывающие, транспортирующие рабочие среды под разрежением;
- напорно-всасывающие, эксплуатируемые как под давлением, так и при разрежении;
- уплотнительные или упругорасширяющиеся, которые способны к изменению геометрических размеров под действием внутреннего давления.

В зависимости от природы рабочей среды рукавные изделия подразделяют на следующие типы (табл. 2).

Таблица 2

Тип рукавов в зависимости от природы рабочей среды

Класс	Рабочая среда	Температура, °С
Б	Бензин	от –30°С до +25°С
	Керосин	от –35°С до +70°С
	Минеральные масла на нефтяной основе	от –30°С до +25°С
В	Вода техническая (без присадок) и слабые растворы неорганических кислот и щелочей концентрацией до 20% (кроме растворов азотной кислоты)	до +50°С
ВГ	Вода горячая	до +100°С
Г	Воздух, азот, кислород, ацетилен, диоксид углерода и другие инертные газы	от –35°С до +50°С
П	Пищевые вещества (спирт, вино, пиво, молоко, слабокислые растворы органических и других веществ, питьевая вода)	до +50°С
Ш	Абразивные материалы (песок от пескоструйных аппаратов)	от –35°С до +50°С
	Слабощелочные и слабокислотные водные растворы для штукатурных работ	до +50°С
КЩ (всасывающие)	Слабые растворы неорганических кислот и щелочей концентрацией до 20%	до +50°С
ПАР-1 (х)	Насыщенный пар	до +143°С до +175°С
ПАР-2 (х)	Насыщенный пар	

Конструктивно рукавное изделие представляет собой цилиндрическую оболочку, имеющую внутренний резиновый слой (камеру), который обеспечивает герметичность изделия и защиту каркаса от действия передаваемого груза; силовой каркас из армирующих материалов, воспринимающий давление или вакуум внутри рукава; наружный резиновый или резинотканевый слой, защищающий каркас от внешних воздействий (рис. 21).

Камера обеспечивает герметичность рукава и защищает каркас от воздействия передаваемых по рукаву материалов. Она должна быть изготовлена по специальной рецептуре, чтобы выдерживать условия эксплуатации и противостоять как химическому, так и физическому воздействию веществ, проходящих внутри.

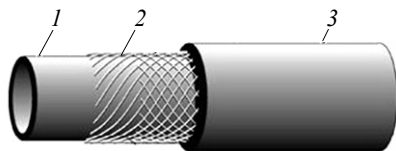


Рис. 21. Общая конструкция рукава:
1 – камера; 2 – каркас; 3 – наружный слой (обкладка)

Каркас обеспечивает прочность рукава и его долговечность. Он воспринимает внутренние и внешние нагрузки на рукав, сохраняет постоянство размеров рукава при эксплуатации. Каркас может состоять из прокладок, оплеток, навивок, обмоток. При наложении элементов на камеру важную роль играет угол наложения относительно оси рукава, который равен $54\text{--}55^\circ$ и называется равновесным.

Угол определяется расчетом на основании теории нагружения цилиндрической сетчатой оболочки, являющейся расчетной моделью рукава.

Наружный слой или клеевая резиновая промазка защищают рукав от внешних механических воздействий и от воздействия окружающей среды.

В зависимости от технологических и конструктивных особенностей изготовления силового каркаса различают рукава прокладочные, обмоточные, навивочные, круглотканые, с вязаным каркасом (оплеточные), спиральные и уплотнительные или упругорасширяющиеся рукава.

Прокладочные рукава имеют силовой каркас из 2–8 обрезиненных тканевых прокладок, уложенных под углом 45° к продольной оси рукава (рис. 22).

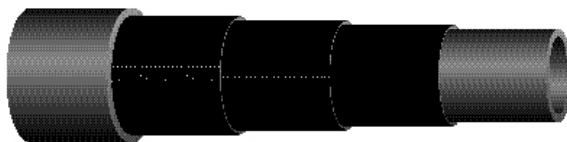


Рис. 22. Общий вид рукава прокладочной конструкции

Оптимальным углом наложения силовых элементов, обеспечивающим лучшее распределение нагрузки на них и постоянство размеров рукава, является угол $54^\circ 44' \approx 55^\circ$, поэтому прокладочные

рукава при эксплуатации увеличиваются в диаметре и уменьшаются по длине.

Однако ввиду трудоемкости изготовления, материалоемкости, изменения геометрических размеров под давлением, малой гибкости эти рукава вытесняются рукавами других типов.

Обмоточные рукава имеют такой же каркас из нескольких слоев ткани, промазанной резиной (рис. 23).

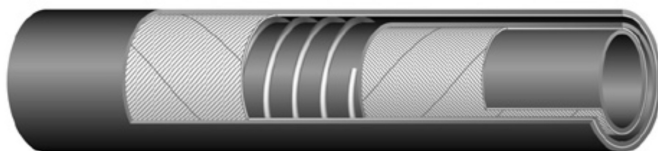


Рис. 23. Общий вид рукава обмоточной конструкции

Полосы армирующего материала накладываются на рукав способом обмотки в двух противоположных направлениях под равновесным углом, поэтому они не деформируются при работе.

Навивочные рукава состоят из четного (2–6) числа единичных слоев текстильных или металлических нитей, навитых попарно «накрест» под углом $54^{\circ}44'$ и попарно разделенных резиновыми прослойками (рис. 24).



Рис. 24. Общий вид рукава навивочной конструкции

Не имея переплетений, подобные рукава просты в технологии и хорошо выдерживают динамические (импульсные) условия эксплуатации.

Оплеточные рукава выпускают с 1–3 оплетками из текстильных нитей или металлической проволоки, располагающимися под углом $54^{\circ}44'$. Текстильные и металлические оплетки могут чередоваться (рис. 25).

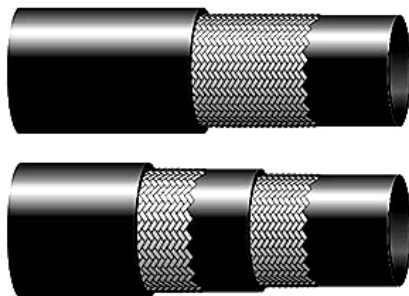


Рис. 25. Общий вид рукава оплеточной конструкции

Спиральные рукава применяются как всасывающие или напорно-всасывающие. Поэтому они наряду с обычными деталями рукавов – камерой, тканевыми прокладками, обмотками или ниточными навивками, оплетками – имеют спираль из достаточно толстой (0,6–6,0 мм) металлической проволоки (рис. 26).

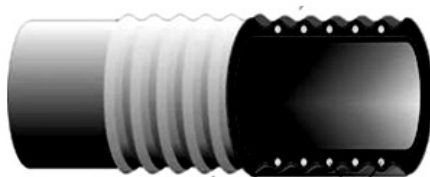


Рис. 26. Общий вид рукава спиральной конструкции

Она воспринимает сжимающие нагрузки (вакуум) или служит усиливающим элементом при подаче давления внутрь рукава.

Спираль может располагаться свободно внутри камеры, внутри силового каркаса или под ним.

Круглотканые рукава имеют силовой каркас, выполненный из бесшовного тканого чехла, в котором нити расположены в продольном направлении, а нити утка – в поперечном (рис. 27).

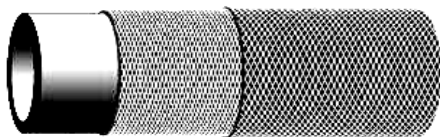


Рис. 27. Общий вид рукава круглотканой конструкции

Такие рукава хорошо работают при осевом нагружении. Основным материалом для силового элемента служит полиамидный кордшнур высокой прочности. При необходимости в основу и уток чехла могут быть введены нити металлокорда, служащие для отвода статического электричества.

4.2. Технология производства рукавных изделий

В производстве рукавных изделий в связи с разнообразием их размеров, конструкций, способов изготовления применяемое оборудование классифицируют: для сборки рукавов навивочной, оплеточной, обмоточной, прокладочной, спиральной конструкций, подготовительных операций.

Рукава с каркасом навивочной конструкции изготавливают дорновым способом на коротких жестких или длинных гибких дорнах и бездорновым способом.

Дорновым способ. В тех случаях, когда предъявляются более жесткие требования к точности соблюдения размеров многослойных рукавов, их изготовление, сборку и вулканизацию осуществляют на дорнах. Существуют различные агрегаты для сборки рукавов на дорнах.

На рис. 28 в качестве примера приведена схема агрегата для сборки навивочных рукавов с текстильным каркасом дорновым способом.

Навивочный станок имеет планшайбу, в конусных оправках которой устанавливаются конические шпули с нитями (паковки), помещенные в контейнеры. Число шпуль на планшайбе может быть различным.

Камеру изготавливают на установке, состоящей из червячного пресса и ванны для охлаждения. Камеру принимают на круглые стеллажи и передают на установку для надевания на дорны длиной 10 и 20 м.

Дорны с камерой передаются на навивочный агрегат, который имеет четыре планшайбы, с помощью гусеничных тянущих устройств. Между слоями нитей наносят резиновые прослойки методом раскатки резиновой полосы с катушек вдоль оси рукава.

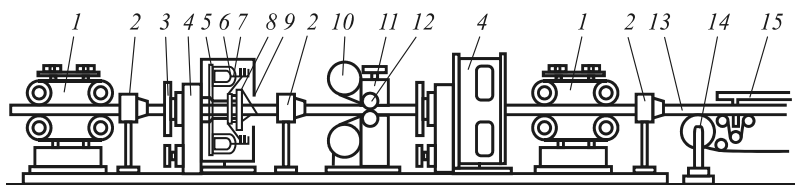


Рис. 28. Агрегат для сборки рукавов навивочной конструкции дорновым способом:

- 1 – подающее и протягивающее устройства; 2 – промазочные устройства;
 3 – приводные звездочки; 4 – навивочные станки; 5 – планшайбы;
 6 – контейнеры; 7 – конические шпули с нитями (паковки); 8 – направляющие кольца;
 9 – ограждение планшайб; 10 – катушки с резиновой лентой;
 11 – механизм наложения промежуточного резинового слоя; 12 – обжимные ролики;
 13 – рукав; 14 – отборочный транспортер; 15 – переключник

Рукав с силовыми слоями поступает на рольганг и накопитель. Между дорнами силовой каркас разрезают, предварительно обмотав концы ленточками из обрезиненной ткани.

С накопителя рукав передают на установку наложения наружного резинового слоя, который шприцуют на червячном прессе. Перемещение дорна обеспечивают две пары роликов, связанных цепной передачей и приводимых в движение двигателем с вариатором для регулирования скорости вращения.

Червячный пресс снабжен вакуум-отсосом. Вакуум между наружным резиновым и силовым слоями создается при помощи водокольцевого насоса и достигает величины 0,4–0,6. Применение вакуума позволяет накладывать наружный резиновый слой необходимой толщины без вытяжки, одновременно обеспечивая монолитную сборку. Это значительно облегчает подбор формующих частей и упрощает обслуживание установки.

После наложения резинового слоя рукав охлаждают, разбрызгивая воду над ванной, и подают на рольганг накопителя. Затем рукав поступает на бинтовочный станок. Забинтованные рукава подают на рольганг стола-накопителя, откуда подвесным транспортером их передают на вулканизацию. Разбинтовывают рукав на разбинтовочном станке валькового типа.

Сборка рукавов на гибких дорнах. Большое распространение получило изготовление навивочных рукавов на гибких дорнах (рис. 29). Этот способ позволяет изготавливать рукава диаметром до 32 мм, длиной 150–300 м с точно выдержанными размерами.

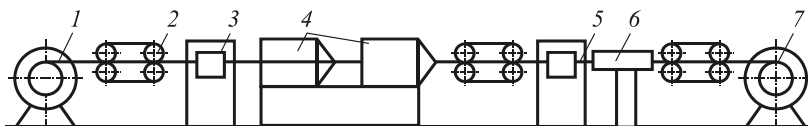


Рис. 29. Схема линии сборки рукавов на гибких дорнах:
 1 – раскатка; 2 – протаскивающее устройство; 3, 5 – червячные прессы;
 4 – навивочная горизонтальная машина;
 6 – охлаждающее устройство; 7 – закаточное устройство

Гибкие дорны должны иметь гладкую глянцевую поверхность без механических дефектов, в свободном состоянии иметь минимальные отклонения от заданных размеров, обладать достаточной прочностью, твердостью и высокой гибкостью, выдерживать многократное воздействие высоких температур во время вулканизации рукавов. Материал дорна должен быть инертным по отношению к резиновым смесям, иметь низкую плотность и хорошую теплопроводность. Коэффициент его термического расширения должен быть выше такового материалов рукава, в результате чего при температуре вулканизации сильнее расширяющийся дорн создает значительное давление на стенки рукава, заключенного в свинцовую оболочку.

В качестве гибких дорнов применяют прутки из полимерных материалов типа полиамида, полипропилена или других термопластичных композиций, а также резиновые. Резиновые дорны имеют сердечник из латунированного троса и на концах – муфты для стыковки отдельных отрезков (около 75 м) в дорн произвольной длины. Перед экструдированием камеры на такой дорн его поверхность покрывают антифрикционной смазкой.

В процессе изготовления гибкий дорн разматывается с барабана протаскивающим устройством и проходит Т-образную головку червячного пресса, где на него экструдировается внутренний резиновый слой. Предварительно камера замораживается с помощью жидкого азота. Навивку силового слоя из нитей и металлической проволоки производят на высокоскоростной навивочной машине. Затем при помощи другой червячной машины накладывают наружный слой. После охлаждения в охлаждающем устройстве рукав наматывают на закаточное устройство и отправляют на освинцовывание, которое осуществляют расплавом в специальных прессах.

Съем рукавов с дорнов после вулканизации производят гидравлическим способом с применением высокого давления. Для этого

рукав с дорном перематывают на специальный барабан, обеспечивающий свободный доступ к обоим концам рукава. Один конец рукава помещают в приемную емкость для дорнов, а другой – закрепляют в зажимном патроне гидравлической установки так, чтобы дорн оставался незакрепленным. При постепенном повышении давления воды в гидравлической системе начинается выдвижение дорна из рукава, а по мере его выхода давление постепенно снижают.

Бездорновые способы изготовления навивочных рукавов. Одним из достоинств бездорнового способа изготовления рукавов является возможность изготовления рукавов значительной длины, вплоть до осуществления процесса по непрерывной схеме. В производстве рукавов навивочной конструкции наиболее широкое применение нашли бездорновые способы, которые могут быть с горизонтальным и вертикальным прохождением рукава. Для рукавов диаметром более 16 мм рекомендуется применять вертикальные агрегаты, для меньших размеров – горизонтальные.

Агрегаты горизонтального типа проще в обслуживании оборудования, требуют меньшего количества подъемно-транспортных средств, но вертикальные агрегаты компактнее, занимают значительно меньше производственных площадей, позволяют достичь более высокого качества сборки.

Чтобы предотвратить продольную и радиальную деформацию внутренней камеры и прорезание ее стенок нитями при навивке, камеру формуют отдельно, предварительно подвулканизовывают и затем направляют на агрегат для сборки. Агрегат (рис. 30), работающий с заранее отформованной подвулканизованной камерой, включает корзину для камеры, устройства для промазки камеры и рукава клеем, навивочный станок, отборочный барабан и приемное устройство.

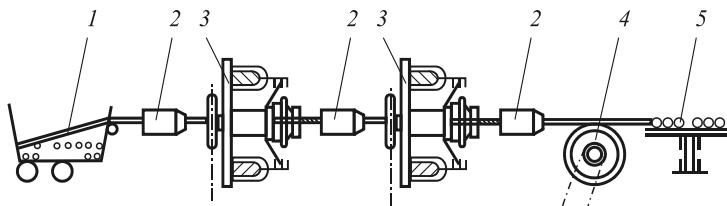


Рис. 30. Схема агрегатов для сборки напорных рукавов бездорновым способом с разделением операций:

- 1 – корзина для подвулканизованной камеры; 2 – промазочные устройства;
3 – навивочный станок; 4 – отборочный барабан; 5 – приемное устройство

Собранный рукав накапливается на приемном устройстве и по мере его заполнения отрезается и снимается в виде бухты.

Такая схема имеет существенные недостатки: снижается производительность из-за дополнительных операций и нарушения точности, уменьшается прочность сцепления нитей каркаса с камерой. Процесс без разделения операций (рис. 31) позволяет избежать указанных недостатков, но вместе с тем требует специальных мер по предотвращению деформаций камеры.

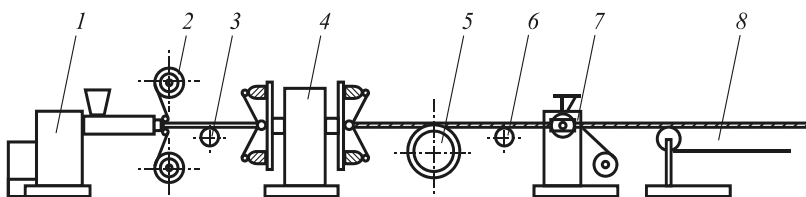


Рис. 31. Схема агрегатов для сборки напорных рукавов бездорновым способом без разделением операций:

- 1, 7 – червячная машина; 2 – катушки с нитями;
3, 6 – датчики скорости движения рукава; 4 – навивочный станок;
5 – отборочный барабан; 8 – отборочный транспортер

В соответствии с организацией подобной технологии на червячном прессе формуют внутреннюю камеру рукава так, что на ее поверхности образуются продольные рифы, благодаря чему нити обоих слоев, врезаясь в вершины выступов, не скользят по камере. Одновременно с формованием на камеру накладывается несколько продольных нитей с катушек, предупреждающих продольную вытяжку рукава при сборке. На навивочном станке на камеру одновременно навивается два слоя нитей в противоположных направлениях. Затем рукав отбирается барабаном и подается на вторую червячную машину для наложения наружного резинового слоя.

Пример навивочного вертикального агрегата приведен на рис. 32.

Он предназначен для сборки навивочных рукавов бездорновым способом. Внутренний резиновый слой формуют на червячном прессе, установленном на верхнем этаже линии. Затем он охлаждается при огибании двух барабанов в водяной ванне и под душем с холодной водой. После обдува воздухом камеру подают

в навивочный станок для наложения первого слоя нитей. Затем на червячном прессе с Т-образной головкой накладывают промежуточный резиновый слой и на втором навивочном станке навивают следующий слой нитей в противоположном направлении. После наложения наружного резинового слоя в червячном прессе рукав проходит охлаждающую ванну и наматывается на приемный барабан.

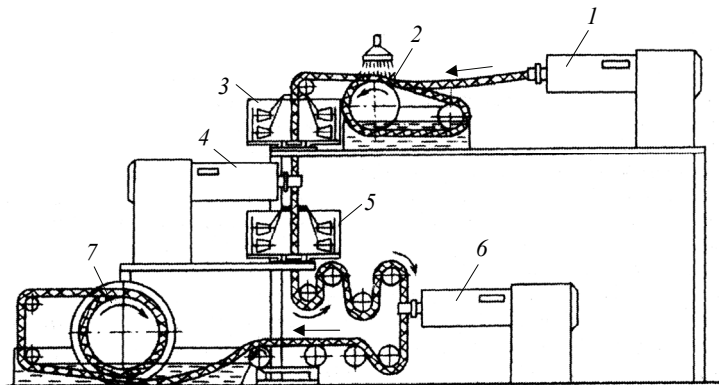


Рис. 32. Схема линии сборки рукавов:
1, 4, 6 – червячные presses; 2 – охлаждающее устройство;
3, 5 – навивочные станки; 7 – приемный барабан

Преимущества таких линий:

- исключена необходимость подвулканизации камеры, что позволяет собирать рукав по свежим поверхностям резины. Это уменьшает трудоемкость процесса и позволяет улучшать показатели сцепления слоев в рукаве; сборку производят при вертикальном перемещении камеры, значительно уменьшая вредное воздействие радиальных сил, действующих на силовой слой при горизонтальном перемещении камеры и вызывающих сбивание силового слоя при его нанесении на рукав;

- все элементы рукава изготавливают последовательно в одном агрегате, поэтому они не подвергаются вредным деформациям, что позволяет строго соблюдать допуски на геометрические размеры;

- достигнута строгая синхронизация скоростей движения камеры, обеспечивающая постоянство шага навивки по силовым

слоям. Последнее обстоятельство позволяет повысить надежность рукавов, работающих при динамическом нагружении; линия требует значительно меньших производственных площадей по сравнению с другим оборудованием аналогичного назначения.

Вулканизацию рукавов проводят в свинцовой оболочке.

Изготовление рукавов оплеточной конструкции. Технологический процесс изготовления рукавов оплеточной конструкции может осуществляться с применением дорнов, обеспечивающих жесткость конструкции, и бездорновым способом, когда плетение производится на поддутую воздухом до давления 0,12–0,15 МПа камеру. Оплетение позволяет получить силовой слой (чехол) из взаимно переплетающихся одиночных или нескольких текстильных нитей либо металлической проволоки, накладываемых под равновесным углом $54^{\circ}44'$.

Рукава с металлооплеткой изготавливают только дорновым способом. Процесс изготовления их состоит из ряда подготовительных, вспомогательных и основных операций. При использовании нелатунированной (светлой) проволоки ее промазывают бензином в четырех последовательных ваннах. Для повышения прочности связи с резиной светлую проволоку желательно обрабатывать раствором (5–7%) щавелевой кислоты, являющейся ингибитором коррозии.

Важной подготовительной операцией является перематка нитей на шпули в виде потока (трощение). После обработки проволоку перематывают с бухт на катушки, а затем осуществляют трощение ее на шпули потоками по 12 проволок диаметром 0,6 мм. Трощение нитей для текстильной оплетки проводят на тростильных станках, при этом число нитей в потоке составляет от 4 до 6.

Вспомогательными операциями являются намотка влажной бинтоленты на катушки, очистка дорнов от загрязнений и их правка (при необходимости), приготовление эмульсии полисилоксановой жидкости ПМС-200А.

Процессы изготовления оплеточных рукавов дорновым способом, как правило, строятся по общей принципиальной схеме, включающей экструзию внутреннего резинового слоя и надевание камеры на дорн, промазку камеры пастой и оплетение нитями или проволокой, наложение промежуточных резиновых слоев и промазку пастой, повторное оплетение, наложение резинового слоя, бинтовку и вулканизацию. Иногда вместо промазки вводят операцию

наложения дополнительной резиновой прослойки и наружной резиновой камеры.

На современных предприятиях экструзию внутреннего резинового слоя осуществляют на червячных машинах холодного питания с удлиненным червяком и вакуум-отсосом, имеющих Т-образную головку. На выходе из червячной машины толщина камеры измеряется с помощью электронного калибрмера, который останавливает процесс профилирования в случае нестабильности размеров.

Следующая основная и самая ответственная операция – изготовление силового каркаса. Процесс наложения плетеного каркаса характеризуется плотностью и шагом оплетения.

Под *плотностью оплетения* понимают отношение площади, непосредственно занятой нитями, к общей площади оплетенной поверхности. При слишком высокой плотности оплетения снижается гибкость рукава и затрудняется затекание резиновой смеси между отдельными нитями оплетки в процессе вулканизации, что уменьшает прочность связи между элементами конструкции. При редкой оплетке снижаются прочностные характеристики рукавов и под действием внутреннего давления возможно образование свищей. Поэтому для каждого типоразмера рукавов подбирается своя оптимальная плотность оплетения.

Шаг оплетения – это расстояние между двумя последовательными витками одной и той же нити или величины продвижения рукава за время полного оборота дисков оплеточной машины. *Угол оплетения* определяется отношением частоты вращения дисков оплеточной машины и скорости протягивания рукава.

При изготовлении оплеточных рукавов камера рукава непосредственно перед оплетением проволокой охлаждается с целью сохранения стабильности размеров в рукаве и предотвращения продавливания камеры первым слоем каркаса. Так, например, на некоторых заводах, когда применяются оплеточные машины со скоростью оплетения 1 м/мин, охлаждение до температуры $-15...-25^{\circ}\text{C}$ производится углекислотой в корытообразной ванне длиной 3,5 м. В случае применения оплеточных машин, имеющих в 1,5 раза большую скорость, для охлаждения используют жидкий азот, который под давлением подают по трубопроводам в ванну длиной 1,5 м. В обоих случаях температура перед оплеткой составляет $-5...-10^{\circ}\text{C}$.

В других случаях камеру рукава охлаждают в специальной холодильной машине, в верхней части которой расположен холодильный агрегат, заправленный фреоном. В нижней части агрегата имеется холодильная камера с температурой -30°C , по которой движется рукав. В зоне оплетения рукав также имеет температуру до -10°C .

В промышленности наибольшее распространение получили быстроходные шпульные оплеточные машины с числом шпуль 24, 32, 36, 48 и 64, с горизонтальным прохождением рукава (рис. 33).

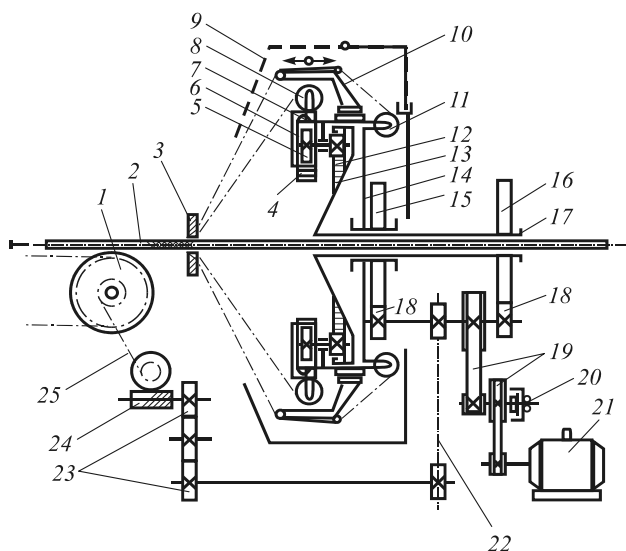


Рис. 33. Схема шпульной оплеточной машины:

- 1 – отборочное устройство; 2 – оплетаемый рукав; 3 – направляющее кольцо для нитей; 4 – зубчатые рейки; 5 – парные зубчатые колеса привода кареток; 6 – каретки; 7 – направляющая кареток; 8, 11 – катушки с нитями; 9 – ограждение; 10 – нитеводитель; 12 – зубчатое кольцо; 13, 14 – диски шпуленосителей; 15, 16, 23 – зубчатые передачи; 17 – полый вал; 19 – клиноременные передачи; 20 – фрикционная муфта; 21 – электродвигатель; 22, 25 – цепные передачи; 24 – червячная передача

Оплеточные машины имеют два ряда кареток-шпуленосителей, на которых устанавливают катушки с нитями или проволокой. Шпуленосители с катушками первого ряда неподвижно закреплены на диске и приводятся во вращение зубчатой парой.

Второй ряд шпуленосителей с катушками выполнен в виде кареток, вращающихся по направляющему кольцу диска, но в противоположном направлении. Благодаря синхронному повторению взаимоположения нитей под направляющим кольцом на рукаве создается равномерная перекручивающаяся оплетка. Перемещение оплеточного рукава с заданной скоростью осуществляется барабанным или цепным отборочным устройством от общего с машиной электродвигателя через систему передач.

В рукавном производстве применяют типовые агрегаты (рис. 34, *а*) для наложения оплетки на рукава дорновым способом АОН или АОМ (Н – нитяной, М – металлической оплеткой).

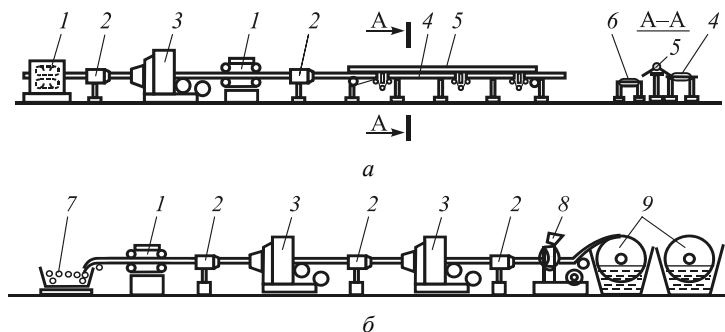


Рис. 34. Схемы агрегатов для оплетки рукавов:

а – дорновым способом; *б* – бездорновым способом:

1 – подающее устройство; 2 – промазочное устройство;

3 – оплеточная (шпульная) машина; 4 – отборочный ленточный транспортер;

5 – перекладчик рукавов; 6 – стол-рольганг; 7 – контейнер для камер;

8 – червячная машина; 9 – приемное устройство

Дорны с камерой располагаются в накопителе (на рисунке не показан) перед подающим устройством и по одному заправляются в тянущий механизм гусеничного типа. Дорн проталкивается через устройство для промазки клеем или пастой и поступает через полый вал в зонт оплеточной машины, где производится нанесение оплетки. Оплетенный рукав следующим протягивающим устройством протягивается через вторую промазку и отбирается ленточным транспортером. При помощи перекладчика после разрезания перемычек рукава периодически переносятся на стол-рольганг.

Агрегат для нанесения оплетки бездорновым способом (рис. 34, б) состоит из вращающегося контейнера для камеры, подающего устройства, устройства для промазки, оплеточных машин, червячной машины и приемных устройств. Внутреннюю камеру шприцуют на отдельной червячной машине и укладывают на вращающийся противень, который затем устанавливают в контейнер. Камеру поддувают и затем последовательно протягивают через промазочные устройства и оплеточные машины. Далее на оплетенный каркас накладывают наружный резиновый слой на червячной машине с Т-образной головкой и охлаждают. Затем обрабатывают антиадгезивом и наматывают на катушки в приемных устройствах.

Изготовление рукавов прокладочной конструкции.

Силовой слой рукавов прокладочной конструкции изготавливают из промазанной ткани квадратного переплетения, закроенной под углом 45° и состыкованной в полосы. Такие полосы, раскатанные вдоль оси рукава или под некоторым углом к ней, накатывают затем на его заготовку.

Рукава с тканевыми прокладками изготавливают преимущественно дорновым (реже полудорновым) способом. После охлаждения на стеллажах профилированную камеру нарезают на заготовки, соответствующие длине дорна. Надевание предварительно нарезанных заготовок на смазанные дорны осуществляют с помощью специального приспособления – транспортера самотаски. Установка снабжена транспортной лентой шириной 20 см и длиной 20 м, вдоль которой на специальные вилки, укрепленные на ленте, укладывают дорн. На дорн с входной стороны транспортера надевают конец камеры, и с другого ее конца подают внутрь сжатый воздух. При включении транспортера камера натягивается на дорн, удерживаемый от движения специальным упором на выходном конце транспортера. Для фиксации камеры на дорне ее концы могут плотно обертываться ленточкой промазанной ткани.

Дорн с надетой камерой подают ленточным транспортером к промазочному устройству, где поверхность камеры освежается растворителем (бензин или его смесь с этилацетатом в соотношении 1 : 1) и промазывается клеем. Промытые и промазанные клеем камеры передаются транспортером к комбинат-машинам, на которых собирают рукава диаметром 9–75 мм. Рукава диаметром 100–150 мм собирают на столах с закаточной головкой.

Комбинат-машина (рис. 35) имеет две стороны, аналогичные по устройству и работающие самостоятельно. Одна сторона работает как клеевая, другая – как бинтовочная.

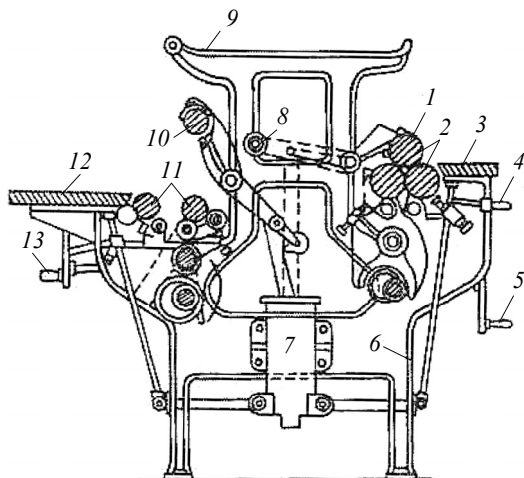


Рис. 35. Схема комбинат-машины:

- 1 – верхний валок сборочной стороны; 2 – нижние валки сборочной стороны; 3, 12 – столы; 4 – рукоятка для подачи и выпуска воздуха в пневмоцилиндр; 5, 13 – рукоятки для установки зазора между нижними валками;
- 6 – станина; 7 – пневмоцилиндр; 8 – противовес;
- 9 – стеллаж; 10 – верхний валок бинтовочной стороны; 11 – нижние валки бинтовочной стороны

Вдоль каждой стороны машины расположены рабочие столы 3, 12 и системы из трех валков 1, 2, 10, 11, длина которых равна длине обрабатываемых дорнов. Нижние пары валков приводятся во вращение от электродвигателя. Расстояние между валками может изменяться в зависимости от диаметра собираемых рукавов. Над каждой нижней парой валков находится по одному прикаточному валку 1, 10, которые вращаются свободно и могут опускаться в рабочее положение и подниматься.

В зависимости от диаметра рукавов устанавливают зазор между нижними валками, в который с транспортера перекалывают дорн с камерой. На рабочий стол 3 помещают ленту промазанной

ткани и одним краем накладывают ее на камеру по всей длине дорна. Другой край ленты дублируют с краем полосы резиновой смеси. Плавно опускают верхний валок, который прижимает заранее промазанную ткань к камере, а включением привода нижних валков, вращающихся со скоростью 60 мин^{-1} , осуществляют накатку тканевых прокладок и наружного резинового слоя на дорн. Собранный рукав на дорне перекладывают на стеллаж 9 комбинат-машины, а оттуда – на ее бинтовочную сторону.

Катушку с увлажненной бинтолентой устанавливают в патрон каретки, который способен перемещаться вдоль комбинат-машины. С помощью направляющих валиков и поджимного винта создают необходимое сопротивление сматыванию бинта с катушки, чем достигается нужное натяжение ленты при бинтовке. Дорн с рукавом помещают на нижние валки 11 бинтовочной стороны, которые предварительно разводятся на ширину, соответствующую диаметру изготавливаемых рукавов. Конец бинтоленты обертывают вокруг дорна, опускают верхний валок и приводят в движение одновременно валки и каретку. Бинтовка лентой шириной 80–100 мм проводится под углом $30\text{--}45^\circ$ при вращении валков с частотой $120\text{--}200 \text{ мин}^{-1}$. После бинтовки рукава на дорнах подаются к вулканизационным котлам.

После вулканизации рукава разбинтовывают с помощью специальных станков вращением дорнов в обратном направлении. Затем рукав поступает на съемное устройство, на котором съем рукава осуществляется с помощью сжатого воздуха. Снятые рукава разбраковывают и свертывают в бухты. Перемещение дорнов вдоль здания производится с помощью узких ленточных транспортеров или рольгангов, поперечное перемещение – с помощью кран-балки с тельфером.

Вулканизация рукавов. Вулканизация рукавов массового ассортимента производится в основном в котлах диаметром от 1 м и длиной до 23–24 м. Забинтованные рукава укладывают в тележки в 4–5 рядов так, чтобы рукава меньшего диаметра были в верхних рядах, и закатывают в автоклав. Загрузка и выгрузка изделий производится котловой тележкой, которая для рукавов обычно выполняется в виде платформы с колесами. При параллельной установке нескольких котлов применяют траверсные тележки, которые сокращают время перезарядки. Они имеют два пути и перемещаются вдоль фронта котлов.

Для более равномерного обогрева напуск пара в автоклав проводится одновременно в четырех местах. Общее время цикла, включающего продувку автоклава паром, напуск пара, собственно вулканизацию, стравливание давления, продувку воздухом и перезарядку автоклава, составляет 1–2 ч в зависимости от размера рукавов, рецептуры резин, температурных параметров процесса. При перерыве в работе автоклава его перед загрузкой разогревают до температуры 135–140°C.

Подача греющего пара во внутреннюю полость вулканизационного котла (рис. 36) производится с помощью парораспределительной трубы 7.

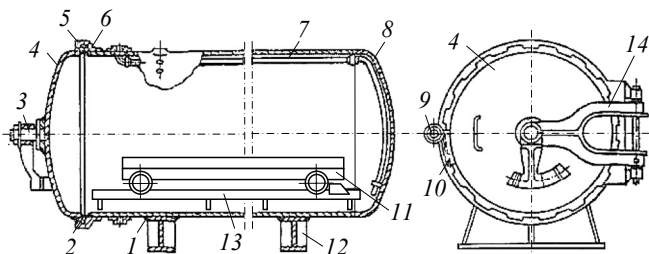


Рис. 36. Схема вулканизационного котла:

- 1 – корпус; 2 – байонетное кольцо крышки; 3 – ось; 4 – крышка;
- 5 – байонетное кольцо корпуса; 6 – прокладка;
- 7 – парораспределительная труба; 8 – днище; 9 – шестерня;
- 10 – зубчатый сектор; 11 – тележка; 12 – опоры;
- 13 – рельсы; 14 – кронштейн

Рукава, подлежащие вулканизации, укладываются на тележку 11, которая закатывается в котел по рельсам 13, смонтированным на нижней части корпуса 1.

Забинтованные синтетической лентой шириной 65–80 мм напорные рукава оплеточной конструкции укладывают на тележки в один ряд на деревянные колодки с мягкой прокладкой. Напуск пара в котел до заданного давления длится 20–25 мин, затем 30–60 мин идет собственно вулканизация при температуре 143–151°C, после чего давление медленно стравливают и начинают новый цикл. Рукава после вулканизации охлаждают водой в течение 10–20 мин при помощи душевой установки и подают на разбинтовку на разбинтовочные станки. Разбинтованные рукава поступают на станок для

обрезки концов, на котором при помощи дисковых ножей осторожно обрезают концы рукавов с обеих сторон.

Для повышения производительности процесса вулканизации важно сократить до минимума время перезарядки, что достигается применением котлов проходного типа, устройством обходных рельсовых путей для маневра тележек и т. п.

Недостатком большинства используемых котлов является неравномерность распределения температуры. Это не позволяет производить вулканизацию в требуемом температурном диапазоне и приводит к снижению качества рукавов. Выравнивание температуры по объему котла достигается установкой змеевиков для обогрева внизу и по боковым сторонам внутри котла или интенсивным перемешиванием вулканизационной среды.

Большое распространение получил *способ вулканизации рукавов на гибких дорнах* или *без дорнов* в водяной ванне. Этот способ позволяет исключить бинтовку, обеспечивает хороший режим вулканизации и, как следствие, высокое качество рукавов. После нанесения наружного резинового слоя рукава подвешивают за концы дорнов в вертикальном положении. Кассету с рукавами помещают в вертикальный котел, заполняемый при вулканизации водой под высоким давлением (20 МПа).

Длинномерные бездорновые рукава иногда вулканизуют *в свинцовой оболочке*, которую накладывают сверху наружного резинового слоя, пропуская рукав через прессовую головку с формообразующим инструментом, устанавливаемую на плунжерном прессе или на червячном экструдере. Освинцованный в расплаве рукав наматывают на большой барабан и заполняют водой под давлением 0,7–0,8 МПа. Концы рукавов со свинцовой оболочкой зажимают. Барабаны с освинцованными рукавами помещают в котел. Вода в рукаве перегревается, расширяется и опрессовывает слои. После вулканизации вода из рукава сливается. Свинцовая оболочка срезается с рукава, рубится и переплавляется для повторного использования.

Подготовка свинца осуществляется в ванне для плавления. Чистый и сухой свинец в виде чушек или пластин после обдирки освинцованного рукава загружается в плавильную ванну. Температура расплавленного свинца в ванне должна быть $(390 \pm 30)^\circ\text{C}$. Уровень расплавленного свинца в ванне должен быть на 70–75 мм ниже верхнего края ванны. Для предотвращения окисления свинца

и удаления примесей поверхность расплавленного свинца покрывают слоем древесного угля (допускается работать без применения древесного угля).

Плунжерные прессы периодического действия для наложения свинцовой оболочки выпускаются в двух вариантах: пресс вертикальный с одной напорной камерой и пресс горизонтальный с двумя напорными камерами, работающими поочередно. Гидравлическим цилиндром расплавленный свинец выдавливается из напорной камеры в кольцевое отверстие, образуемое матрицей и полым дорном. В это же время через канал в дорне протягивается рукав. Температура свинца у выхода из головки пресса регулируется в пределах 200–240°C. Скорость освинцовывания – до 27 м/мин. Толщина свинцовой оболочки – 2,2 мм.

Более широкое распространение для освинцовывания рукавов получили червячные прессы (экструдеры). В рукавном производстве применяемые червячные прессы различаются расположением червяка: горизонтальные с полым червяком и с прямооточной (сосной с червяком) головкой и вертикальные с головкой, расположенной под углом 90° к оси червяка. Вертикальные прессы получили более широкое распространение. На редукторе пресса вертикально установлен цилиндр, в нижнюю часть которого по трубе из плавильной печи заливается расплавленный свинец, подаваемый червяком под давлением в обкладочную головку.

При выходе из пресса освинцованный рукав проходит через охлаждающее устройство, где опрыскивается водой. Охлажденный рукав при помощи укладчика укладывается ровными рядами на приемный барабан закаточного устройства. Скорость закатки рукавов должна быть синхронизирована со скоростью освинцовывания.

После наполнения рукавов водой и полного удаления из него воздуха свободный конец рукава заглушают зажимом, доводят давление в рукаве до требуемого. Давление воды в системе при наполнении рукавов водой перед вулканизацией – 0,3–0,7 МПа. Барабан с рукавом устанавливают электротельфером на тележки, которые закатывают в котел для вулканизации. Вулканизацию рукавов в котлах осуществляют при температуре $(143 \pm 3)^\circ\text{C}$ в течение (30 ± 3) мин при избыточном давлении 0,29 МПа.

По окончании вулканизации и спуска пара, при открытой или закрытой крышке котла, открывается клапан подачи холодной

воды для охлаждения рукавов, которая производится разбрызгиванием воды из форсунок по всей длине котла. Контроль режима вулканизации осуществляют по температуре с помощью электронного потенциометра.

После охлаждения рукава подаются на заключительные операции: снятие свинцовой оболочки, спуск воды, продувку воздухом, разбраковку и упаковку.

Перспективным процессом является *непрерывная вулканизация* рукавов с жестким дорном при значительных давлениях и температурах пара. Дорны должны стыковаться, так как процесс вулканизации отдельными даже длинными до 150 м отрезками экономически невыгоден.

Вулканизация рукавов обмоточной конструкции может осуществляться на отрезках стальных дорнов, последовательно свинчивающихся по резьбовым соединениям в единое целое. На линиях изготавливают рукава с внутренним диаметром 16–32 мм. Дорны длиной 10 м, покрытые силиконовой смазкой, поступают по рольгангу один за другим в головку червячного пресса, где производится наложение камеры. Далее при помощи обмотчиков, вращающихся в противоположные стороны, камера обматывается с определенным шагом ленточками из обрешиненной кордной ткани. При этом угол наложения ленточки составляет 55°. Частота вращения обмотчиков – 200 об/мин.

Наружный слой накладывается непрерывно при помощи червячной машины, головка которой соединена телескопическим затвором с вулканизационным туннелем. Выходящая из зазора между мундштуком и дорном резиновая смесь является уплотнением для заготовки рукава, поступающего в вулканизатор.

В вулканизационном туннеле поддерживается давление пара 1,5 МПа и температура 200°C. Продолжительность вулканизации составляет 3–5 мин. В вулканизаторе поддерживается постоянный уровень конденсата – не менее 50 мм от дна. Дорн с рукавом, продвигаясь в туннеле длиной 30 м, погружается в конденсат, который предохраняет от повреждений наружный резиновый слой при прохождении рукава по тоннелю. По выходе из тоннеля рукав охлаждается водой с температурой 15–20°C в камере.

Тянущее устройство гусеничного типа подает дорн с рукавом на установку, где рукав разрезается в месте соединения дорнов. Последовательное разъединение (отрезков) дорнов осуществляют

при движении рукава специальным механизмом путем развинчивания резьбового соединения на участке съема рукава с последовательно соединенных отрезков составного дорна. Съем рукава с «последнего» дорна производится при помощи специальной головки и тянущего устройства. Дорны последовательно вытягиваются из рукава и передаются по рольгангу на стеллаж-накопитель в начале линии для повторного использования. Готовые рукава свертывают в бухты на специальном станке.

На ряде предприятий применяют непрерывную вулканизацию в комбинированном вулканизаторе (рис. 37), на котором можно изготавливать рукава диаметром до 60 мм при температуре вулканизации до 250°С и давлении до 0,7 МПа.

Этот агрегат представляет собой круглую стальную трубу, до половины наполненную стеклянными шариками. Пар поступает через пористую керамическую трубу, а выходит через регулируемый клапан. Телескопическими патрубками один конец трубы соединен с червячным прессом 2, а другой конец – с уплотняющим устройством 3 и баком, в котором размещено отборочное устройство.

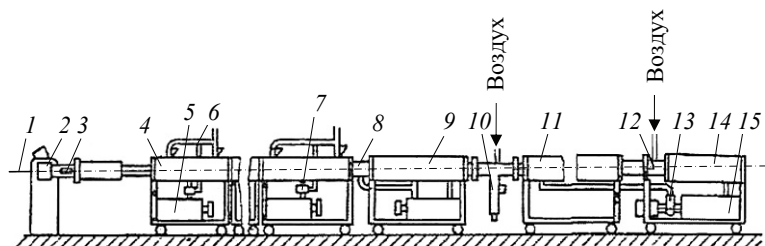


Рис. 37. Схема комбинированного вулканизатора для рукавов:
 1 – рукав; 2 – червячный пресс; 3 – устройство для уплотнения;
 4 – вулканизатор с псевдоожиженным слоем теплоносителя;
 5 – пароперегреватель; 6 – вентиляция; 7 – смеситель; 8 – камера очистки рукава от теплоносителя; 9 – паровой вулканизатор; 10 – затвор;
 11, 14 – секции охлаждения под давлением; 12 – воздушное уплотнение;
 13 – насос; 15 – холодильник

Давление в вулканизаторе регулируется клапанами на входе и выходе пара. В головке червячного пресса 2 рукав на гибком дорне покрывается наружным слоем резины и поступает в вулканизатор 4 с псевдоожиженным слоем теплоносителя.

Вулканизатор состоит из трех основных секций (одна паровая, две – водяного охлаждения под давлением); телескопического патрубка, примыкающего к головке червячного пресса; узла удаления шариков с поверхности рукава; уплотнений и т. д. Паровая и охлаждающая секции разделены диафрагмами, в пространство между которыми подают воздух.

Вода из охлаждающей секции 11 под давлением протекает последовательно через зазоры, образованные рукавом и диафрагмами, в бак, из которого снова попадает в охлаждающую секцию 14. Вулканизаторы подобного типа обязательно имеют секцию предварительного охлаждения рукава во избежание образования местных вздутий и пор в наружном слое рукава при выходе его из вулканизатора. Разделение водяной и паровой сред происходит при помощи специальной резиновой диафрагмы. Вода, прошедшая через диафрагму, стекает в вертикальную трубу; уровень ее регулируется датчиком.

Испытания, контроль качества и виды дефектов рукавных изделий. Технические характеристики рукавов подтверждают результатами испытаний, которым подвергают в зависимости от их конструкции и назначения. Основным способом проверки качества рукавов является испытание гидравлическим давлением.

При проведении гидравлических испытаний различают испытательное давление, при котором в течение 10 мин не должно наблюдаться пропускания воды на поверхность даже в виде мельчайших капель, и разрушающее, при котором нарушается целостность рукава. В зависимости от технических требований выбирается запас прочности.

При испытании на прочность в рукав подают давление, равное разрушающему, увеличенное на запас прочности каркаса. Если рукав не разрушился при таком давлении, он считается выдержавшим испытание.

Проверку герметичности проводят подачей в рукав испытательного давления, которое превышает номинальное рабочее давление в 1,25–2 раза, и выдерживают в течение 3–5 мин. Если при этом на рукаве не обнаружится течи, росы, разрывов или вздутий, считается, что рукав герметичен. Испытывают рукава на герметичность обычно выборочно, в пределах 0,1–2,0% от партии.

Наиболее показательными для гидравлических рукавов являются динамические испытания пульсирующим давлением. Важным параметром испытания является число импульсов в минуту и минимальное число импульсов до разрушения образца.

Всасывающие и напорно-всасывающие рукава также испытывают на внутреннее давление или разрежение. Наиболее распространенным является испытание на сопротивление местному смятию. Испытания проводят обычно с помощью струбцины шириной 100 мм, на которую накладывают груз, соответствующий нормативно-технической документации на рукав.

Выдержавший испытания считается рукав, сечение которого после снятия нагрузки изменилось не более чем на 5%.

Если на рукаве после этого не обнаружено трещин на наружном слое и рукав герметичен при испытании внутренним давлением, его считают выдержавшим испытания. Для большей части рукавов важным показателем качества является прочность связи между резиной внутреннего или наружного слоев с текстильными слоями каркаса. Этот показатель определяется обычными способами.

Например, прочность связи верхней металлической оплетки рукавов высокого давления со слоями, находящимися под ней, определяют следующим образом. По краям образца срезают слои до металлической оплетки так, чтобы ширина рабочего участка составляла 10–25 мм. На рабочем участке делается надрез по всей ширине кольца до металлической оплетки и по линии надреза с одной стороны резину отслаивают на длину, достаточную для закрепления ее в зажиме динамометра.

Кольцо надевают на стержень с таким диаметром, чтобы оно могло свободно вращаться вокруг своей оси. Отслоенный участок закрепляют в верхнем зажиме динамометра, а стержень с кольцом – в нижнем. После этого отслаивают при скорости движения нижнего зажима 100 мм/мин. При испытании каждого образца записывают не менее трех показаний прибора для рукавов с внутренним диаметром до 10 мм и не менее пяти – для рукавов диаметром более 10 мм.

Кроме того, рукава в зависимости от назначения подвергают специальным испытаниям. Так, например, определяют маслбензостойкость резин, истираемость наружного резинового слоя и др. Круглотканые рукава испытывают на осевую нагрузку, пневматические

рукава – на давление газом, уплотнительные рукава – на способность к изменению размеров под давлением.

Качество рукавов проверяют инструментально и визуально. Размеры элементов рукавов проверяют измерительными приборами, обеспечивающими заданную точность измерений: штангенциркулем, толщиномером, измерительной линейкой, стенкомером индикаторным, рулеткой, микроскопом.

Внутренний диаметр рукава измеряют цилиндрическими калибрами, при этом проходная сторона калибра должна проходить в рукав на расстояние 50 мм от конца рукава. Длину рукава определяют измерительной линейкой или рулеткой.

Состояние поверхности и внешний вид рукавов оценивают визуально.



ФОРМОВЫЕ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ

5.1. Классификация, конструкции, назначение

В зависимости от назначения формовые изделия разделяются на следующие группы: уплотнительные резиновые и резиноармированные детали, силовые резиновые и резинометаллические детали, резиновые и резинометаллические виброизоляторы (амортизаторы), защитные резиновые изделия, опоры скольжения, фрикционные детали и инструменты, противоизносные детали, вспомогательные детали, практически не передающие нагрузку, декоративные детали.

Уплотнительные резиновые и резиноармированные детали. Резиновые уплотнители прочно вошли в конструкции современных самолетов, судов, автомобилей и тракторов, насосов и трубопроводной арматуры, контрольно-измерительных приборов и т. д. От резиновых уплотнителей требуют сохранения работоспособности в контакте с различными средами (от инертных газов до высококонцентрированных кислот, с хладагентами и теплоносителями, с маслами и топливами). Они работают в диапазоне температур от -60 до $+300^{\circ}\text{C}$, при высоких давлениях и глубоком разрежении, фрикционном, ударном и вибрационном воздействиях. Резиновые уплотнители не должны вызывать коррозию контактирующих с ними материалов, выделять вредные для человека вещества. Продолжительность работы уплотнителей измеряется десятками лет, сотнями километров пробега машин, миллионами циклов нагружения.

Уплотнения применяют для обеспечения герметичности соединений, т. е. для устранения или уменьшения утечек жидкостей, паров и газов, которые вследствие избыточного наружного или внутреннего давления могут проникать через зазоры между отдельными деталями. Преимущество применения резины в этих

целях заключается в том, что благодаря относительной мягкости и в то же время объемной несжимаемости она легко заполняет все неровности соединяемых поверхностей. Прижатие резиновых деталей уплотнения происходит вследствие упругости самой резины или под действием уплотняемой среды.

Уплотнители устанавливаются между сопрягаемыми поверхностями в специальных канавках с натяжением по внутреннему и наружному диаметрам или в плоскости уплотнения.

К основным факторам, определяющим работоспособность уплотняющих соединений, относят: рельеф уплотняемой поверхности, величину герметизирующего давления, вид герметизируемой среды, воздействие низких температур.

Для всех типов уплотнений сформулированы общие требования, которые следует учитывать при их проектировании:

- для создания плотного контакта уплотнитель должен быть деформирован между уплотняемыми поверхностями с целью развития контактной поверхности и обеспечения на ней контактных напряжений;

- необходимо принимать конструктивные меры с целью повышения устойчивости уплотнения при одновременном создании фрикционных условий для проявления эффекта самоуплотнения;

- для сохранения контакта в процессе работы выбирают резину с повышенной скоростью восстановления;

- при выборе материалов уплотнителя и контртела необходимо соблюдать требования по обеспечению оптимального их смазывания уплотняемой средой;

- следует обеспечивать отсутствие местных перенапряжений, локальных деформаций на макро- и микроуровнях.

По назначению уплотнители разделяют на три группы:

- уплотнители неподвижных соединений, в которых контактирующие поверхности не совершают относительного перемещения;

- уплотнители подвижных соединений с возвратно-поступательным, вращательным, вращательно-колебательным и винтовым движением;

- уплотнители периодического действия.

По конструкционному признаку из всего многообразия уплотнителей можно выделить: кольцевые уплотнения прямоугольного, трапециевидного, Т-, Х-, П-образного и других сечений; прокладки различного сечения, сложной формы периметра; ман-

жеты V-образного профиля, манжеты (сальники) с металлической арматурой; шевронные уплотнители, резинометаллические клапаны, трубчатые уплотнители, пластины, диски и пр.

По роду герметизируемой среды уплотнители разделяют на уплотнители газообразных сред, жидких сред, вакуума.

Кольцевые резиновые уплотнения. Отличаются простотой конструкции самих уплотнений и оснастки для их изготовления, компактностью в уплотнительном узле, сравнительно высокой надежностью и долговечностью.

Кольца круглого сечения (торообразные прокладки) применяют для герметизации подвижных и неподвижных соединений. Их устанавливают как самостоятельно, так и в паре с другими типами уплотнителей в качестве основного или дублирующего элемента. В ряде случаев уплотнительное соединение может состоять из двух и более последовательно установленных колец круглого сечения. Их используют при осевой, радиальной и угловой деформациях сжатия поперечного сечения в процессе установки в соответствующие закрытые гнезда.

Как правило, кольца монтируют в гнездо с некоторым натягом по внутреннему диаметру.

Резиновые кольца X-образного, круглого и прямоугольного сечения используют для герметизации подвижных соединений.

В соответствии с техническими требованиями стандартов кольца круглого сечения предназначены для гидравлических и пневматических устройств, работающих при давлении: до 50 МПа – в неподвижных соединениях и до 32 МПа – в подвижных соединениях в минеральных маслах, жидких топливах, смазках, пресной и морской воде; до 40 МПа – в подвижных соединениях в сжатом воздухе.

Недостатком резиновых колец круглого сечения является выдавливание их в зазор между штоком и цилиндром и прилипание резины к сопряженной металлической поверхности.

При прочих равных условиях манжеты, по сравнению с кольцами круглого сечения, обладают меньшими потерями на трение. Поиск оптимальных соотношений размеров профиля манжеты основывался на удовлетворении двух противоположных требований: повышение герметичности и снижение потери на трение.

Различным соотношением высоты манжеты и ширины ее опорной части достигается необходимая устойчивость детали к действию избыточного давления.

Конструктивное оформление рабочей части манжеты в виде подвижных усов обеспечивает проявление эффекта самоуплотнения при малых давлениях рабочей среды. Однако манжета, в отличие от колец, может герметизировать лишь одностороннее давление, действующее со стороны рабочей части. При необходимости уплотнения двухстороннего давления следует устанавливать две манжеты опорными поверхностями друг к другу.

Герметизирующая способность и сила трения манжет определяется величиной и характером распределения контактных напряжений.

Резиновые радиальные армированные однокромочные манжеты, выпускаемые по ГОСТ 8752–79, предназначены для уплотнения валов, работоспособны в рабочих жидкостях на нефтяной основе, маслах, воде, дизельном топливе при избыточном давлении до 0,05 МПа, скорости скольжения до 20 м/с и температуре от -60 до $+170^{\circ}\text{C}$ в зависимости от группы резин. Манжеты представляют собой армированные металлом резиновые кольца фасонного поперечного сечения типа I – однокромочные и типа II – однокромочные с пылезащитной губой (рис. 38).

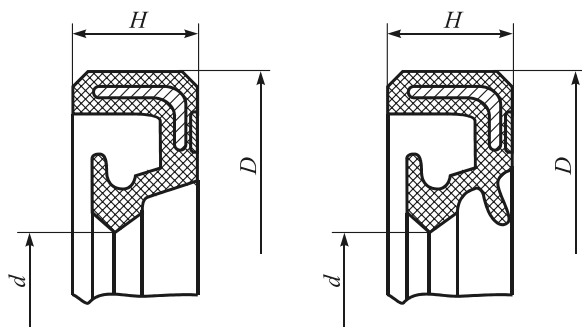


Рис. 38. Эскиз манжеты:

d – внутренний диаметр; D – наружный диаметр; H – высота

На эластичную уплотнительную губу надевается проволоочная браслетная пружина, обеспечивающая постоянный плотный контакт рабочей кромки с уплотняемой поверхностью вала при нулевом или малом давлении рабочей жидкости. При увеличении давления уплотняемая среда, воздействуя на уплотнительную губу, дополнительно прижимает ее к поверхности вала, и благодаря

этому поверхность контакта манжеты с валом становится тем больше, чем больше будет давление среды.

За последние годы создано значительное количество уплотнений, в которых использованы прогрессивные конструктивные решения и новые материалы, позволяющие значительно повысить герметизирующую способность, надежность и ресурс работы уплотнительного узла; снизить силы трения и тепловыделения в зоне контакта подвижного соединения, упростить монтаж и обслуживание и т. д.

Вакуумные уплотнители. Применяют для герметизации вакуумных соединений с целью предохранения утечки среды в вакуум, сохранения требуемого уровня разрежения. Во многих случаях степень разрежения и чистота вакуумного пространства определяют качество технологических процессов, проводимых в условиях вакуума.

В случае применения вакуумных уплотнителей к ним предъявляются общие требования, связанные с вакуумостойкостью резины. Вакуум действует на резины аналогично агрессивной среде. Вследствие разрежения многие летучие компоненты, входящие в состав резины, возгоняются в вакуум. В результате этого снижаются физико-механические свойства резины. За счет вакуумирования облегчается проход газов и паров жидкостей по микроканалам шероховатости уплотняемой поверхности. При этом играет роль не только контактное, но и диффузионное натекание среды через объем уплотнителя.

Уплотнители вакуумных систем в виде кольцевых прокладок квадратного и круглого сечений применяются только в закрытых гнездах, обеспечивающих требуемую степень сжатия и максимальное заполнение резиной объема гнезда. Перед установкой в гнездо уплотнители рекомендуется предварительно обезгаживать в специальной камере при температуре в 90–200°C в зависимости от типа каучука.

Пневматические уплотнители. Предназначены для герметизации соединений с большим уплотняемым зазором. В этих целях применяют резиновые пневматические конструкции, работающие за счет растяжения при подаче в трубчатую полость избыточного давления газа или жидкости. При сбросе давления из полости уплотнителя он возвращается в исходное недеформированное состояние. С помощью таких уплотнителей герметизируются зазоры

гидравлических затворов больших турбин, герметичные периодически открывающиеся проемы вагонов, стационарных и подвижных рефрижераторов и других сооружений.

При герметизации больших зазоров (25–50 мм) применяют пневматическое уплотнение, состоящее из силового элемента – трубчатой, закрытой в торцах камеры, и уплотняющего элемента – пластины, снабженной по периферии буртами для ее крепления.

С подачей давления камера раздувается и плотно облегает внутреннюю поверхность пластины, передавая на нее равномерно распределенную нагрузку. С увеличением давления в камере увеличивается прогиб пластины с образованием некоторой площади контакта с уплотняемой поверхностью.

Резиновые и резинометаллические виброизоляторы (амортизаторы) используют для смягчения воспринимаемых переменных по величине и направлению нагрузок, поглощения шума и вибрации при движении узлов машины. Упругие несущие резиновые элементы получили особенно широкое распространение в транспортных машинах – автомобилях, трамваях, вагонах, локомотивах и т. п.

Резиновые виброизоляторы существенно уменьшают нагрузки на фундаменты, полы и другие конструкции зданий, сооружений, защищают от повреждений аппаратуру, приборы и узлы машин, являются зачастую звуко-, шумопоглощающими деталями, компенсируют неточности монтажа и пр. Большим достоинством резиновых виброизоляторов является создание подвижных соединений деталей, работающих без трения и абразивного износа лишь за счет упругих деформаций резины. Такие соединения деталей не нуждаются в смазке, чем обуславливается максимальная простота обслуживания машин с резиновыми виброизоляторами.

В процессе работы виброизоляторы испытывают деформации сжатия, растяжения, сдвига, кручения, а также одновременно несколько их видов: сжатие со сдвигом, растяжение с кручением и т. д. Виброизоляторы, работающие только на растяжение, применяются редко, так как свойственная резине ползучесть под нагрузкой приводит в данном случае к значительному изменению начальных размеров конструкции, а также к отрыву резины от арматуры. По условиям работы различают виброизоляторы, испытывающие эпизодические или нестационарные нагрузки и подвергаемые действию постоянных по величине знакопеременных нагрузок вибрационного типа.

Нестационарные нагрузки испытывают виброизоляторы кузнечно-прессового оборудования, транспортных средств, артиллерийских орудий. Виброизоляторы в вибрационных машинах работают под действием установившихся знакопеременных нагрузок. В аналогичных условиях работают виброизоляторы стационарных двигателей внутреннего сгорания, электрических двигателей и генераторов, турбин и других машин.

Диапазон рабочих нагрузок и собственных частот достаточно широк, но каждый тип виброизолятора реализует только часть определенного диапазона. Виброизоляторы защищают оборудование от вибрации при условии, что отношение частоты вынужденных колебаний к частоте собственных составляет более 1,5.

Наиболее распространены виброизоляторы, работающие на деформацию сжатия, которые могут иметь цилиндрическую, прямоугольную или коническую форму.

5.2. Крепление резины к металлам

С развитием техники, созданием новых машин и аппаратов появилась потребность в деталях, совмещающих механические свойства металлов с вибростойкостью, прочностью на истирание, антикоррозионной стойкостью и другими свойствами, присущими резиновым смесям. Таким образом, возникла задача прочного и надежного соединения двух материалов, совершенно различных по структуре и свойствам: резины и металла.

Прочность крепления разнородных тел обусловлена силами межмолекулярного или химического взаимодействия, возникающего между контактирующими поверхностями, т. е. адгезионными свойствами материалов. Для того чтобы адгезия могла проявиться, необходим полный контакт прилегающих поверхностей.

Независимо от способа крепления деталей адгезия во всех случаях зависит в основном от природы склеиваемых материалов и характера адгезионной связи. Прочность крепления материалов определяют по предельной нагрузке, при достижении которой происходит одновременный отрыв одной склеиваемой поверхности от другой по всей площади контакта или постепенное расслоение соединения. Резины крепят к материалам различными

способами: или невулканизованную (сырую) резиновую смесь соединяют с другими материалами в процессе вулканизации (горячее крепление), или вулканизованную резину крепят адгезивами (т. е. клеями) к поверхности другого материала (холодное крепление). Прочность крепления в значительной степени зависит от подготовки поверхности склеиваемых материалов.

Перед креплением резины к металлу поверхность металла подвергают механической обработке песком, металлической дробью – для очищения поверхности от загрязнения и повышения шероховатости, что значительно увеличивает площадь соприкосновения металла с резиной. Металлы до или после обработки поверхности очищают от смазок и жиров, т. е. обезжиривают, промывая поверхности растворителем или обрабатывая насыщенным водяным паром в котле.

Также подготовку поверхности металлов к обрезиниванию часто производят химическим способом: травлением их в растворах кислот или щелочей с последующей промывкой водой. На очищенную и высушенную поверхность металла наносят жидкий клей, с помощью которого производится крепление.

Если между металлом и резиной возникает химическое взаимодействие, прочность крепления становится высокой и не ухудшается с повышением температуры даже на 100°C. Если прочность крепления определяется только силами межмолекулярного взаимодействия, то прочность связей между резиной и металлом с повышением температуры значительно уменьшается.

Крепление с применением латунирования. Крепление с применением латунирования (крепление через промежуточный слой латуни) является наиболее современным, известным методом, дающим высокую прочность и температуростойкость крепления. С помощью этого метода крепят резину к стали, алюминию, бронзе и другим металлам.

Способ основан на способности резины прочно крепиться к поверхности латуни, электроосажденной на металле. Основной подготовительной операцией при этом способе является латунирование арматуры.

Поверхность металла перед электроосаждением обезжиривают и травят. Обезжиривают арматуру сначала растворителем, а затем раствором щелочи. Арматуру подвешивают на электрод и через раствор щелочи пропускают постоянный ток. Пузырьки газа,

образующиеся на поверхности детали, способствуют механическому отрыванию частиц жира. Далее арматуру промывают горячей водой.

Травлением арматуры в кислоте удаляют оксиды железа. Обычно используют 5%-ный раствор серной кислоты. После травления изделие промывают холодной водой, затем механически удаляют «травильный шлам», снова промывают водой и декалируют, т. е. химически обрабатывают для удаления тонких оксидных пленок.

Самая ответственная операция – осаждение латуни. Латунирование проводят в электролизерах при определенных условиях. Для получения однородного слоя латуни раствор электролита должен иметь постоянную концентрацию.

Анодами при электрическом осаждении латуни служат латунные пластины, содержащие 60–70% меди и 30–40% цинка. Толщина слоя латуни должна быть 0,0125–0,0015 мм. Арматуру промывают холодной водой, затем горячей в течение 1–2 мин.

После промывки и сушки латунированная арматура поставляется на вулканизацию. Резиновая смесь должна быть свежескандированной или свежеекструдированной. Формы с латунированными деталями иногда заполняют резиновой смесью методом литья под давлением.

Достоинства метода: высокая прочность, наибольшая температуростойкость, хорошее сопротивление вибрациям и ударам.

Недостатки: метод пригоден в основном для крепления резины к небольшим деталям, так как на поверхность больших деталей сложной конфигурации трудно равномерно и прочно осадить латунь. Также метод требует сложных подготовительных операций, требующих специального оборудования.

Крепление с применением фосфатирования. На участке фосфатирования металлические каркасы распаковываются и навешиваются на подвесы. При этом они должны быть навешаны так, чтобы обеспечивалось наилучшее покрытие клеем.

Затем осуществляется химическое обезжиривание в двух последовательно расположенных ваннах, т. е. первичное и вторичное обезжиривание.

Для ванн предусматривается подогрев паром и спуск отработанных растворов в специальный бак-сборник. Также для лучшего смытия каркасов раствором в ваннах смонтирована система барботажа сжатым воздухом.

Раствор для обезжиривания готовят непосредственно в ваннах. При этом каждую ванну заполняют водой до нижнего уровня и подогревают до температуры $(55 \pm 5)^\circ\text{C}$. Затем по всей площади дна каждой ванны загружают едкий натрий (NaOH) небольшими порциями.

После растворения NaOH в каждую ванну последовательно вводят тринатрийфосфат (Na_3PO_4) и кальцинированную соду (Na_2CO_3), тщательно перемешивают и заполняют ванны водой, нагретой до $(55 \pm 5)^\circ\text{C}$ до верхнего уровня и доводят температуру раствора до $(80 \pm 10)^\circ\text{C}$.

В случае использования ванн с габаритами, отличающимися от указанных в данном регламенте, массу загрузки химикатов определяют по формуле

$$M = C \cdot V \cdot 10^{-3},$$

где M – масса загружаемого химиката, кг; C – массовая концентрация химиката (верхний предел), г/дм³; V – рабочая вместимость ванны, дм³.

Рабочую вместимость ванны принимают равной 0,8 от общей вместимости ванны.

Содержание NaOH и Na_2CO_3 в ванне обезжиривания определяют, отбирая пробу 50–100 см³ из ванн и проводя анализ раствора, предварительно охладив его до температуры $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$. В случае содержания NaOH и Na_2CO_3 ниже нормы проводят корректировку раствора для дозагрузки ванн. Масса загружаемых при этом определяется по формуле

$$M_1 = (C - C_1) \cdot V \cdot 10^{-3},$$

где M_1 – масса химиката, вводимого для загрузки, кг; C – нормативная массовая концентрация химиката (верхний предел), г/дм³; C_1 – фактическая массовая концентрация химиката после работы ванны, г/дм³; V – рабочая вместимость ванны, дм³.

Едкий натр хранят в герметически закупоренных барабанах, которые обеспечивают его изоляцию от окружающего воздуха, так как при впитывании влаги из воздуха он переходит в жидкое состояние.

При уменьшении уровня раствора в процессе работы в ванну добавляют воду (водопроводную) и при необходимости производят дозагрузку химикатов.

Из ванн химического обезжиривания каркасы поступают в ванну, где производят промывку струйным методом горячей водой. Допускается барботаж воды.

Фосфатный раствор готовят отдельно от агрегата в специальной ванне, которую заполняют холодной водой до нижнего уровня. Постепенно небольшими порциями засыпают монофосфат цинка.

Раствор тщательно перемешивают до полного растворения монофосфата цинка. Затем вводят азотнокислый натрий, раствор нагревают до температуры $(55 \pm 5)^\circ\text{C}$, перемешивают сжатым воздухом в течение (35 ± 5) мин, после чего охлаждают до температуры не выше 25°C . Образовавшийся в процессе приготовления концентрированного раствора осадок удаляют из ванны по мере накопления в специальный бак-сборник.

Для перекачки концентрированного фосфатного раствора из подготовительной ванны в ванну фосфатирования установлен центробежный насос на одном валу с электродвигателем.

После промывки горячей водой каркасы поступают в ванну химического фосфатирования, где происходит нанесение фосфатной пленки. Для интенсификации процесса ванна снабжена системой парового подогрева и воздушного барботирования.

Из ванны фосфатирования каркасы поступают в ванну промывки струйным методом сначала холодной, а затем горячей водой. Промывку холодной водой производят для лучшего смывания шлама с поверхности стальных каркасов.

Затем стальные каркасы перемещаются в зону сушки горячим воздухом, который поступает в зону сушки из тоннельной сушилки.

Далее каркасы поступают в клеевую ванну, где маканием на поверхность наносится клей. После выхода из клеевой ванны каркасы проходят подсушивание в атмосфере неподогретого воздуха, а затем попадают в тоннельную сушилку, где подвергаются термостатированию.

Хранение каркасов производится в условиях, исключающих запыление, загрязнение, попадание влаги.

Крепление с помощью клеев. Горячее крепление резины к металлу с помощью клеев широко распространено, так как не требует сложной и дорогостоящей подготовки металлической поверхности (как при латунировании), обеспечивает динамическую и температуростойкость изделия. Клеями крепят резину к стали и другим металлам.

Технологический процесс крепления сводится к очистке металлической поверхности, обезжириванию и нанесению на нее тонкого слоя клея. После просушки арматуры с нанесенным слоем клея на нее накладывают резиновую смесь и проводят вулканизацию детали.

5.3. Изготовление формовых резинотехнических изделий

В промышленности формовые изделия изготавливают компрессионным методом, литьем под давлением, комбинированным методом, заключающимся в формовании и предварительной вулканизации изделий в пресс-формах с последующей окончательной довулканизацией в вулканизаторах, и способом штамповки с дальнейшей вулканизацией в термостате, причем каждый из перечисленных методов имеет много разновидностей.

Независимо от способа изготовления в производстве формовых изделий существует ряд общих операций, таких как подготовка и чистка пресс-форм, обработка металлической арматуры при изготовлении резинотехнических деталей. Загрязнение внутренней поверхности форм может приводить к браку, поэтому периодически формы очищают механическим, химическим, электрохимическим способами, ультразвуковой обработкой и др.

Компрессионный метод. Изготовление формовых РТИ этим методом предполагает формование резиновой смеси из заранее изготовленных заготовок и вулканизацию. Оба процесса проводятся в одних и тех же пресс-формах и вулканизационных прессах, которые могут различаться конструкцией, производительностью, способом обогрева и т. д. В пресс-формы закладывают заготовки, по массе несколько превышающие готовое изделие, поэтому неизбежны потери резины в виде выпрессовок (облоя). При этом чем меньше масса детали и сложнее ее конфигурация, тем больше относительный расход резиновой смеси.

Основным направлением интенсификации производства формовых РТИ компрессионным методом являются механизация и автоматизация технологических процессов: совершенствование

методов изготовления заготовок, оснащение прессов подъемными столами, механизмами для выдвижения полуформ и перезарядчиками.

Изготовление заготовок для формового прессования – важная стадия процесса. От качества заготовки – ее соответствия нормам по массе, размерам и однородности – в значительной мере зависит качество изделий и эффективность процесса в целом (количество вулканизационных отходов и брака). Из методов изготовления заготовок наиболее перспективны профилирование в предформователях и на червячных машинах холодного питания, снабженных автоматами для резки профиля, а также прессование измельченных резиновых смесей.

Применение предформователей – высокопроизводительных экструзионных машин плунжерного типа – обеспечивает получение заготовок необходимой массы и размеров. Линия для изготовления заготовок с использованием предформователя (рис. 39) включает плунжерный гидравлический экструдер с регулируемой подачей материала со сменными головками, оснащенный режущим устройством в виде ротационного ножа с приводом от четырехскоростного электродвигателя.

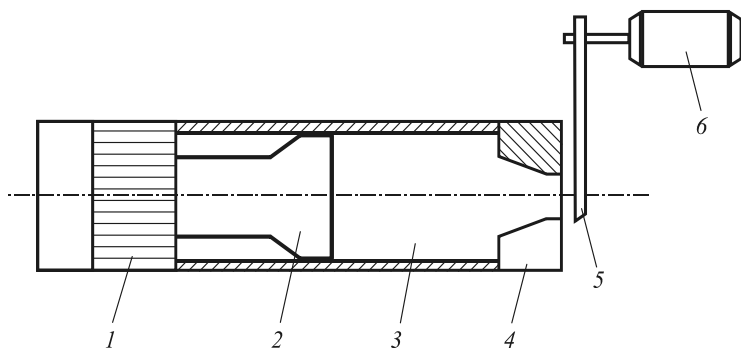


Рис. 39. Схема предформователя заготовок:

1 – гидроцилиндр; 2 – плунжер; 3 – материалный цилиндр;
4 – головка; 5 – нож; 6 – привод ножа

Агрегат оснащен объемным регулятором расхода рабочей жидкости, который позволяет с высокой точностью экструдировать резиновую смесь, что является его основным преимуществом.

Перед экструзией смесь вакуумируется в камере, что обеспечивает выпуск заготовок без пор.

Формовые РТИ изготавливаются, как правило, компрессионным способом – с использованием съемных форм. Для облегчения обслуживания пресса в этом случае используют подъемные столы. Последние применяются также при производстве РТИ с длительным циклом вулканизации. Однако такое приспособление частично облегчает физический труд и незначительно уменьшает время перезарядки.

Более эффективно применение кассетных пресс-форм, позволяющих рациональнее использовать площадь плит пресса. В этом случае верхнюю и нижнюю плиты пресс-формы стационарно устанавливают на нагревательных плитах пресса, имеющего устройства для принудительного раскрытия.

Применение механизированных перезарядчиков двух- и трехплитных кассетных форм позволяет устранить физические усилия при перемещении и раскрытии пресс-форм и резко сократить время перезарядки (рис. 40).

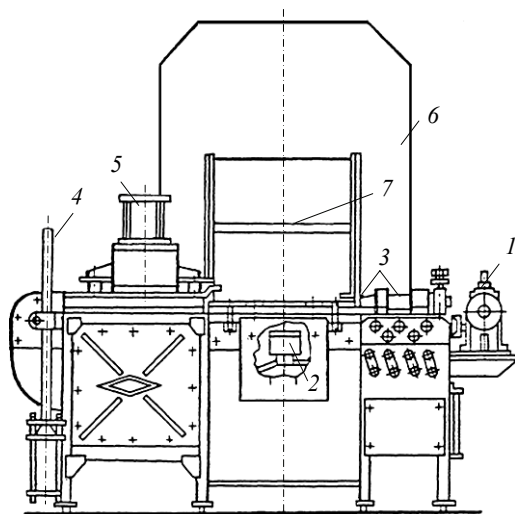


Рис. 40. Схема вулканизационного пресса с перезарядчиком:

- 1 – привод выдвигания формы; 2 – цилиндр разъема форм;
- 3 – привод подъема верхней плиты; 4 – пневмопривод выдвигания средней плиты; 5 – выталкиватель изделий; 6 – станина; 7 – плита

Метод литья под давлением. Литьевой способ изготовления формовых РТИ благодаря значительному сокращению длительности технологического процесса, увеличению точности геометрических размеров деталей, повышению культуры производства является более прогрессивным и высокопроизводительным по сравнению с компрессионным формованием.

Сущность метода заключается в том, что разогретая резиновая смесь под большим давлением впрыскивается в замкнутую горячую пресс-форму, где и происходит ее быстрая вулканизация. При прессовом производстве формовых деталей остаточные напряжения, накапливаемые в заготовке до формования, в большинстве случаев превышают остаточные напряжения в резиновой смеси, впрыскиваемой в форму при литье под давлением. Кроме того, деформирование резиновой заготовки при прессовании осуществляется, как правило, при более низких температурах, чем при литье под давлением. Литьевое формование при более высоких температурах способствует более полной релаксации напряжений в резиновой смеси. Это делает литьевой способ производства формовых изделий более перспективным с позиций получения более высокой точности и стабильности размеров. Наибольшую эффективность этот метод дает в условиях крупносерийного производства при годовом объеме выпуска изделий 100–200 тыс. штук.

Машины для литья под давлением резиновых смесей классифицируют по объему отливки, по принципу действия инжекционного механизма (плунжерные, червячно-плунжерные, червячные с предварительной пластикацией и без нее), по компоновке инжекционной и прессовой части (горизонтальные, вертикальные, угловые), по числу прессовых узлов (одно- и многопозиционные) и по другим признакам.

Современные плунжерные (трансферные) литьевые прессы изготавливают с нижним расположением литьевого гидроцилиндра, они развивают давление литья до 130 МПа. Плунжерные прессы применяют преимущественно для изготовления малых партий некоторых массивных изделий, а также массовых изделий несложной конфигурации.

С созданием производительного оборудования для изготовления точно дозированных заготовок (предформователем) появилась возможность более широкого использования оборудования этого класса. Типичный представитель – однопозиционная плунжерная литьевая вертикальная машина, формование на которой может осуществляться

как компрессионным, так и литьевым способами. Широкое распространение вертикальных литьевых прессов объясняется тремя причинами: повышенной универсальностью, т. е. возможностью изготовления резиновых и резинометаллических деталей, малыми производственными площадями, занимаемыми прессами, и возможностью использования рабочими навыков, приобретенных при работе на компрессионных прессах. Питание современных прессов осуществляется встроенными червячными питателями, которые пластицируют резиновую смесь, позволяют исключить операции предварительного формования заготовок и их загрузки, сократить продолжительность цикла вулканизации в 1,5–2 раза.

Червячные литьевые машины вследствие ряда присущих им недостатков (существенное повышение температуры смеси, особенно на конечных стадиях заполнения, и возможная подвулканизация смеси, сложность осуществления точного дозирования, большая мощность привода червяка и др.) не нашли широкого применения и используются лишь для изготовления массивных изделий простой конфигурации из смесей с вязкостью по Муни до 60 усл. ед., причем гидравлическое сопротивление формы должно быть низким, так как практически давление литья не превышает 120 МПа.

Червячно-плунжерные узлы могут монтироваться как горизонтально, так и вертикально. Эти машины рациональнее использовать для изготовления неармированных деталей с коротким временем вулканизации из смесей средней вязкости с длительным индукционным периодом.

В процессе формования изделий неизбежно образование выпрессовок (облоя), количество которых зависит от способа изготовления, конструкции пресс-формы, вязкости резиновой смеси. Облой с изделий удаляют обрезкой и шлифовкой при обычных температурах (вручную или с использованием универсальных приспособлений) или групповым методом при низких температурах. На заводах РТИ около 30% изделий обрабатывается при низких температурах, 25% – на станках и автоматах, 25% подвергается комплексной обработке (ручная обрезка, обрыв с последующей обработкой на станках) и 20% – с применением ручного труда (обработка изделий сложной конфигурации неправильной геометрической формы).

Широкий ассортимент, разнообразие конфигураций и специфические свойства резиновых изделий обуславливают большую трудоемкость их обработки (на эти операции приходится от 30 до

70% общей трудоемкости изготовления изделий). Поэтому для повышения эффективности отделочных операций требуется создание специализированных технологических потоков и укрупнение партий обрабатываемых деталей.

Механический способ удаления облоя с формовых РТИ применяется в тех случаях, когда к изделию предъявляются повышенные требования по чистоте поверхности и точности размеров. На тримминг-машинах обрезка выпрессовок производится с помощью двух круглых ножей, вращающихся навстречу друг другу; оси вращения расположены при этом под прямым углом. При удалении облоя шлифованием обрабатываемую деталь закрепляют на вращающихся оправках и воздействуют на нее вращающимся абразивным кругом. Наиболее совершенным является метод группового штанцевания формовых изделий, который заключается в том, что при проектировании формы заранее планируется получение в плоскости разъема облоя 0,3–1,0 мм. Этим облом изделия многогнездной формы соединены друг с другом и в виде «коврика» снимаются с пресса. Далее этот «коврик» закладывается в групповой штанец, где каждое изделие попадает в свое гнездо. Вырубка изделий с одновременным удалением облоя осуществляется на механическом прессе.

Еще одним способом удаления облоя с формовых РТИ является обработка при низких температурах. При температурах от –60 до –130°С (в зависимости от температуры стеклования каучука) резина теряет свои упругие свойства и становится хрупкой. Резиновый облой, толщина которого составляет 0,05–0,80 мм, при механическом воздействии на него легко отламывается. При этом процесс ведут таким образом, чтобы само изделие «промерзло» на глубину, соизмеримую с толщиной облоя. Полное «промерзание» изделия нежелательно, так как в результате потери упругих свойств обрабатываемого изделия механическое воздействие на облой может привести к частичному повреждению наружной поверхности изделий; кроме того, увеличивается расход хладагента. В качестве хладагента используются жидкий азот и поток охлажденного воздуха, подаваемого от турбохолодильной машины.

Контроль готовых изделий на заводах РТИ, как правило, осуществляется вручную с помощью шаблонов, измерительного инструмента и несложных приспособлений. Все изделия подвергаются визуальному контролю. Ряд изделий проходят контроль на стендах, имитирующих рабочие условия. Разработаны контрольные приборы и автоматы для массовых видов деталей.



НЕФОРМОВЫЕ РЕЗИНОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ

6.1. Характеристика и конструкция неформовых резинотехнических изделий

В связи с интенсивным развитием современного машиностроения и спорта потребность в неформовых РТИ резко увеличивается. При этом повышаются требования к качеству изделий, точности размеров. Увеличение объема производства и удовлетворение растущих требований к качеству изделий невозможно без коренного изменения существующего технологического процесса. В зависимости от конструкции изделия, свойств резины и армирующих материалов определяются способы и режимы их изготовления, аппаратурное оформление процесса.

К неформовым резиновым изделиям относят РТИ, при изготовлении которых не используются или не могут быть использованы пресс-формы. Форма и геометрические размеры таких изделий обеспечиваются до вулканизации. В последние годы потребность в данных изделиях резко возросла в связи с вводом в эксплуатацию новых автомобильных заводов, увеличением мощностей существующих автозаводов, а также расширением производства других транспортных средств. При этом повышаются требования к качеству поверхности изделий, точности размеров. Намечено внедрение новых типов длинномерных профильных изделий сложной конфигурации: комбинированных изделий из резины с другими полимерными, текстильными материалами, металлами, профили из магнитных резин и т. д.

Профильные резиновые уплотнения применяются для герметизации как малых (до 2–5 мм), так и больших (до 25–35 мм) зазоров, в том числе и переменных размеров (± 3 мм). Они служат в основном для предохранения попадания пыли, влаги и других, в том числе агрессивных, сред при работе в отсутствие избыточного давления, а также для компенсации производственных допусков, звукоизоляции и снижения вибрации. Существуют самые разно-

образные типы конструкции профильных уплотнений, которые зависят от конфигурации уплотняемого зазора. Это уплотнители стекол и окон, дверей автомобилей и другой транспортной техники, зданий, сооружений, бытовой и промышленной техники. Некоторые виды таких изделий показаны на рис. 41.

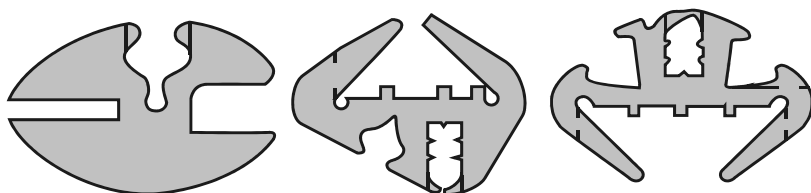


Рис. 41. Общий вид уплотнителей

В конструктивном отношении профильные уплотнители за последнее время претерпевают большие изменения – усложняется их геометрия, внедряются комбинированные изделия из резины, пластмасс, металла, текстильного ворса и т. п.

Подобные изделия со стороны стекла зачастую покрывают техническим ворсом (флокированные изделия), облегчающим движение стекол, а внутри усиливают металлическим каркасом из перфорированной ленты. Иногда к таким изделиям крепят металлические или текстильные детали, позволяющие осуществлять их жесткий крепеж в месте работы.

При проектировании уплотнений, например кузовов автомобилей, следует избегать острых ребер, малых радиусов и излишних украшений, ведущих к ненужному увеличению внешней поверхности изделия. Нужно стремиться к получению максимального отношения объема к площади поверхности изделия, непосредственно подвергающейся воздействию атмосферных факторов. Резина должна быть закрыта от воздействия солнечных лучей.

Иначе сконструированы термоэлектрические уплотнения для передних и задних окон. Уплотнение представляет собой профиль с прямоугольным сечением из невулканизированной резиновой смеси, который нарезают на отрезки необходимой длины. По всей длине профиля, в центре его сечения, помещен электропровод, концы которого подключаются к электросети. Под напряжением провод нагревается и вызывает вулканизацию окружающей его резиновой смеси.

Термоэлектрические уплотнения создают плотный контакт с металлической закраиной благодаря тому, что ему придается окончательная форма при монтаже окна. Проходя через пластическое состояние, резиновая смесь заполняет зазор между стеклом и закраиной, не вызывая в стеклах внутренних напряжений.

6.2. Непрерывная вулканизация в среде жидкого теплоносителя

В качестве жидкого теплоносителя для непрерывной вулканизации шприцованных резиновых изделий используются высококипящие органические соединения – расплавы солей.

Эвтектическая смесь нитрит-нитратных солей состоит из дешевых и доступных компонентов (нитрат калия – 53%, нитрат натрия – 7%, нитрит натрия – 40%). Этот сплав обладает хорошей теплостойкостью (до 450°C), имеет достаточно высокий коэффициент теплоотдачи, растворим в воде. Вулканизация осуществляется при атмосферном давлении и температуре 170–240°C.

Наиболее широко в промышленности применяются линии фирм «Olivotto» (Италия), «Troester», «Berstorff» (Германия). Все они работают по одной и той же технологической схеме и включают: червячный дегазационный пресс, вулканизатор, устройства для отмывки, охлаждения, резки и отбора готовых изделий.

Линия непрерывного изготовления профилей с вулканизацией в расплаве солей представлена на рис. 42.

Вакуумный червячный экструдер 1 предназначен для вакуумирования и шприцевания резинового профиля. Вулканизатор 3 обеспечивает непрерывную вулканизацию в расплаве солей. Ванна заполняется смесью нитрит-нитратных солей, температура расплава 142°C. Вулканизация резинового профиля проводится при 180–250°C. Во избежание перегрева солей в ванне установлен регулятор температуры, который в случае превышения максимальной допустимой температуры соли отключает цепь обогрева ванны.

В ванне находятся два ленточных транспортера, которые перемещают резиновый профиль, поддерживая его на определенной глубине. Скорости транспортеров регулируются от 1,5 до 15 м/мин и задаются независимо одна от другой.

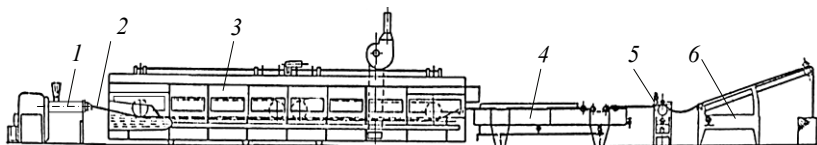


Рис. 42. Схема линии для непрерывного изготовления профилей с вулканизацией в расплаве солей:

- 1 – вакуумный червячный экструдер; 2 – резиновый профиль;
3 – вулканизатор; 4 – отмывочно-охлаждающее устройство;
5 – протягивающее устройство; 6 – отборочный транспортер

Недостатками данного способа вулканизации являются: относительно высокая температура плавления теплоносителя (около 143°C), необходимость удаления избытка соли с поверхности изделия и применения погружных транспортеров, что связано со значительной разницей между плотностью теплоносителя и резины. Эта разница может вызывать нарушение формы профиля.

6.3. Непрерывная вулканизация в псевдоожиженном слое инертного теплоносителя

Применение непрерывной вулканизации в псевдоожиженном слое инертного теплоносителя считается целесообразным при изготовлении тонкостенных и губчатых профилей, так как одним из важнейших условий проведения непрерывной вулканизации таких изделий является отсутствие их деформации при сохранении достаточно высокой теплопередачи. В качестве теплоносителя используют кварцевый песок, стеклянные, керамические или алюминиевые шарики и другие тонкоизмельченные твердые вещества, химически инертные при температуре вулканизации. Псевдоожижающим агентом может быть воздух, азот, водяной пар. Псевдоожиженный слой обеспечивает равномерность температурного поля. Резиновые изделия могут вулканизоваться во взвешенном слое при атмосферном или повышенном давлении.

Наибольшее распространение получили агрегаты горизонтального типа для проведения вулканизации в кипящем слое без избыточного давления. В состав таких агрегатов входят: червячный

экструдер; устройство для антиадгезионной обработки заготовки; вулканизатор; устройство для очистки изделия; установка для охлаждения изделий воздухом или водой; устройство для отбора готовых изделий. Резиновый профиль из головки червячного вакуумного экструдера по транспортеру передается в установку для обработки подогретой тальковой эмульсией, которая наносится на профиль форсунками. Затем профиль просушивается путем обдува горячим воздухом. Антиадгезионная обработка заготовки вызвана необходимостью предотвращения налипания частиц теплоносителя. Вулканизатор, предназначенный для вулканизации профилированной заготовки в псевдоожиженном слое стеклянных шариков (кварцевого песка) при температуре 180–250°C, состоит из 5–7 соединенных друг с другом аналогичных по устройству прямоугольных секций (каждая длиной 2 м) с наружной теплоизоляцией (рис. 43).

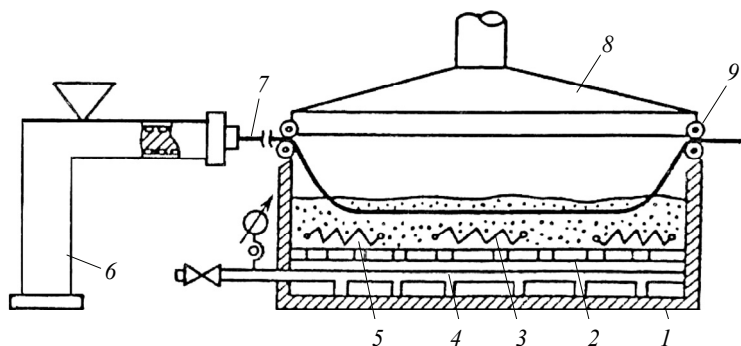


Рис. 43. Схема горизонтального вулканизатора с псевдоожиженным слоем:
 1 – ванна; 2 – пористая решетка; 3 – нагреватели; 4 – система подачи воздуха;
 5 – псевдоожиженный слой теплоносителя; 6 – червячный пресс;
 7 – вулканизуемый профиль; 8 – кожух вентиляционной системы;
 9 – протаскивающее устройство

Вулканизатор представляет собой ванну, разделенную в горизонтальном направлении решеткой. На решетку насыпают гранулированный материал (кварцевый песок, стеклянные шарики – «баллотини»). Под решетку подается горячий воздух, перегретый пар или инертный газ под давлением, который приводит гранулированный материал во взвешенное состояние, напоминающее кипящую жидкость.

К недостаткам метода относятся:

- сложность изготовления массивных профилей из-за опасности появления воздушных включений;
- ограничения в выборе каучуков для пористых резиновых смесей из-за воздействия кислорода воздуха в условиях высокой температуры;
- необходимость очистки вулканизационных профилей от прилипших к их поверхности частиц теплоносителя;
- значительная энергоемкость процесса, достигающая на 1 м длины вулканизатора не менее 14 кВт;
- длительность выхода на заданный режим вулканизации после остановки полного охлаждения вулканизатора (1,5–2 ч);
- абразивный износ всех подвижных деталей линии.

6.4. Непрерывная вулканизация с предварительным подогревом токами сверхвысокой частоты

При непрерывном изготовлении профильных изделий рассмотренными выше методами прогрев изделия при вулканизации происходит от поверхности изделия к центру. Вследствие низкой теплопроводности полимерных материалов нагрев всей массы заготовки протекает медленно, тепло нерационально расходуется на потери в окружающую среду и на нагрев оборудования.

Нагрев диэлектрика, помещенного в сверхвысокочастотное электрическое поле (1100–3000 МГц), позволяет резко повысить тепловой КПД оборудования. Этот метод обладает значительными преимуществами и позволяет:

- осуществлять интенсивный нагрев материала во всем объеме;
- интенсивно и равномерно нагревать материал с низкой теплопроводностью, что особенно важно при вулканизации массивных изделий;
- осуществлять избирательный нагрев;
- регулировать заданный температурный режим;
- автоматизировать технологический процесс;
- сократить габариты нагревательных установок;
- уменьшить потери тепла на излучение, так как нагрев происходит в замкнутом объеме волновода;

– исключить антиадгезионную обработку заготовки перед вулканизацией и чистку изделия после вулканизации.

К недостаткам метода относятся: возможность нагрева в электрическом поле токов СВЧ только изделий из смеси на основе полиарных каучуков или смесей со специальными добавками, а также необходимость соблюдения особых мер предосторожности при работе с токами СВЧ, сложность установки.

Принцип нагрева материала в установках СВЧ заключается в следующем. Под влиянием электрического поля имеющиеся в материале заряды ориентируются или смещаются в направлении поля. Эти заряды являются связанными, в отличие от свободных зарядов, которые создают ток проводимости. Изменение направления электрического поля вызывает непрерывное перемещение заряженных молекул и нагрев материала. В некоторых диэлектриках имеется небольшое число свободных зарядов, которые создают незначительный ток, приводящий к выделению дополнительного тепла в материале. Интенсивность нагрева материала зависит от свойств материала и параметров электрического поля. Интенсивность нагрева можно регулировать, изменяя частоту и напряжение электрического тока. Наибольший эффект дает повышение напряжения. Значения коэффициента диэлектрических потерь, и особенно диэлектрической проницаемости, определяют возможность сверхвысокочастотного нагрева.

Применяемые в резиновой промышленности линии непрерывного изготовления профильных изделий построены с учетом эффективного использования токов СВЧ для предварительного нагрева профиля до температуры вулканизации.

Линия непрерывной вулканизации токами СВЧ (рис. 44) состоит из вакуумного экструдера с питателем, транспортера, микроволнового нагревателя, воздушного вулканизатора, охлаждающей ванны, отборочного устройства-компенсатора и станка для разрезания готовых изделий на отрезки заданной длины.

При нагреве разных по размерам профилей опоры ленточного транспортера для перемещения более крупного профиля опускают так, чтобы профиль находился в центральной части волновода в зоне максимального воздействия энергии. При колебаниях напряжения в сети около 5% мощность магнетрона автоматически поддерживается постоянной. Магнетрон охлаждается водой.

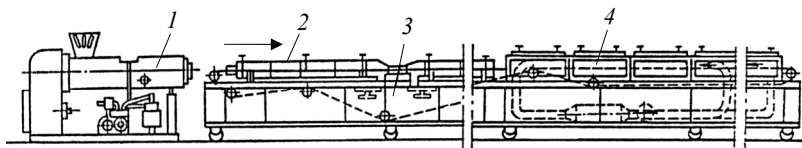


Рис. 44. Схема линии непрерывной вулканизации токами СВЧ:
 1 – червячный пресс; 2 – тоннель для нагрева профиля; 3 – транспортер;
 4 – тоннель для вулканизации горячим воздухом

Для исключения фонового излучения, генерируемого магнетроном, встроены соответствующие фильтры. Во избежание пожаров при пуске установки или при разрыве профиля из-за перегрева лишь частично наполненного волновода предусмотрена блокировка; магнетрон может включаться только тогда, когда расположенные на входе и выходе фотоэлементы будут перекрыты телом профиля. Оба волновода и переходная часть имеют створчатую конструкцию, позволяющую раскрывать их по всей длине, обеспечивая таким образом удобный доступ для очистки этих узлов и перестановки по вертикали ленточного транспортера. Включение магнетрона при открытых волноводах блокируется концевыми выключателями. Благодаря специальному исполнению излучение на установке остается менее 2 мВт/см^2 . Напряженность поля может бесступенчато изменяться, благодаря чему подводимая энергия регулируется в зависимости от режимов работы и составов смесей.

Ввиду того что процесс нагревания резиновой смеси сопровождается газовыделением, во избежание нагревания, воспламенения и загрязнения волноводы продуваются подогретым воздухом. Вентиляторы и воздухоподогреватели расположены в корпусе основания установки. Быстрый прогрев сильно сужает интервал текучести материала, благодаря чему сложные губчатые профили сохраняют свою форму без применения на транспортере опорных профилей. Кроме того, такой независимый от теплопроводности прогрев позволяет (особенно при изготовлении толстостенных и губчатых резиновых профилей) повышать скорость экструдирования благодаря сохранению продолжительности вулканизации при одной и той же длине установки.

Воздушный вулканизатор служит для поддержания температуры профиля в процессе вулканизации. Выдержка может изменяться

путем изменения длины заполняемого горячим воздухом участка от 4 до 6 м. Профиль транспортируется через волноводы и вулканизатор по ленточным транспортерам из стеклоткани с тефлоновым покрытием с приводом постоянного тока и регулируемой скоростью до 30 м/мин.

При работе в автоматическом режиме ленточный транспортер в вулканизаторе движется синхронно с ленточным транспортером волновода, но скорость его движения может также дополнительно регулироваться. Это дает возможность компенсировать вызванные нагревом растяжения профиля по длине, особенно сильно проявляющиеся при вулканизации губчатых резиновых профилей.

Непрерывная вулканизация в поле токов СВЧ, по сравнению с вулканизацией в расплаве солей и псевдоожиженном слое, имеет ряд преимуществ: в два раза меньшая площадь, меньше расход энергии и меньшие издержки эксплуатации.



ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИМЕРНОЙ ОБУВИ

Обувь возникла как средство защиты стопы человека от неблагоприятных воздействий окружающей среды. Материалы, из которых изготавливается обувь, должны, с одной стороны, обеспечивать комфортные условия для стопы, а с другой, обладать высокими показателями формо- и износостойкости, и при этом быть красивыми.

Из всего многообразия свойств выделяют важнейшие – потребительские свойства: это удобство, функциональность, красота и долговечность.

Развитие резиновой промышленности привело к созданию резиновой обуви с основным назначением – защитить стопу человека от сырости. Создание новых сортов резин и других синтетических материалов способствовало резкому расширению ассортимента резиновой обуви. Такая обувь характеризуется положительными эксплуатационными свойствами: легкостью, водоупорностью, прочностью и красивым внешним видом, хотя и уступает обуви из натуральных материалов по гигроскопичности, влагоемкости, электризуемости и другим свойствам.

Однако химическая промышленность располагает неограниченными сырьевыми ресурсами и может выпускать материалы в необходимом количестве и с заранее заданными свойствами. Для придания резиновым изделиям заданных свойств при высоком качестве необходимо правильно составить рецепт резиновой смеси, выбрать текстильные материалы, а также лаки и материалы для отделки.

Функциональное назначение резиновой обуви обуславливает ее отличительные особенности: она должна иметь полную герметичность конструкции и высокую износостойкость. Достигается это подбором соответствующих материалов и технологией производства.

Для производства резиновой обуви применяют: резиновые смеси, текстильные материалы, резинотекстильные смеси, резиновый клей, ПВХ, микропористый полиуретан, лаки.

Различают резиновые смеси для черной и цветной формовой обуви, для штампованных галош, каблучные, для промазки или обкладки тканей, смеси для литевой обуви.

Ассортимент текстильных материалов включает кирзу, вельвет, полубархат, замшу, сукно, трикотажные полотна для подкладки, байку шерстяную и полушерстяную, ткань ТДС для формовых сапог, бязь и др.

Резинотекстильные смеси представляют собой отходы резинотекстильных полуфабрикатов и применяются для обкладки текстильных деталей в резиновой обуви.

Резиновый клей – это раствор каучука в органическом растворителе. Применяют его для промазки тканей и склеивания деталей обуви. Используют жидкие, средние и густые клеи.

Поливинилхлорид (ПВХ) суспензионной или эмульсионной полимеризации используют для получения обуви литьем под давлением или формованием из пластизоля.

Микропористый полиуретан применяется для изготовления обуви методом жидкого формования.

Лаки используют для придания обуви красивого внешнего вида путем образования на поверхности резины прочной и эластичной пленки.

7.1. Классификация обуви

По назначению резиновая обувь подразделяется на обувь народного потребления и техническую, предназначенную для защиты ног от химически агрессивных сред и от поражения электрическим током.

Основными видами резиновой обуви народного потребления являются галоши, полуботы, ботинки, сапожки, спортивная обувь и туфли.

Галоши прикрывают ноги до подъема и подразделяются на следующие группы: низкокаблучные (обыкновенные и облегченные); высококаблучные; для валяной обуви; для носки без обуви (восточные).

Полуботы – полувысокие галоши, закрывающие ногу до лодыжки. Они предназначены для ношения без кожаной обуви и изготавливаются на подкладке из шерстяной байки или хлопчатобумажного ворсового трикотажа.

Ботики могут закрывать голень ноги. Выпускают ботики с текстильным верхом или цельнорезиновые. Они обычно имеют фурнитуру: пряжки, кнопки, молнии, а также отвороты с отделкой из меха.

Сапожки цельнорезиновые (женские, девичьи, детские, покрытые лаком) имеют накладной формовой каблук и подкладку из хлопчатобумажного ворсового трикотажа.

Спортивная обувь выпускается как с текстильным верхом, так и цельноформованная.

Туфли (за исключением купальных) имеют текстильный верх и резиновый рант. Туфли подразделяются на гимнастические (плимсоли) закрытые, теннисные закрытые, пляжные открытые с перемычкой и цельнорезиновые купальные.

К технической обуви относятся резиновые сапоги, технические галоши и чуни.

Резиновые сапоги имеют текстильный каркас, верх из нелакированной черной резины и накладной формовой каблук. Их подразделяют на обыкновенные высотой 32–44 см, горнорудные высотой 40–42 см, рыбацкие высотой 74 см со штанинами, достигающими до пояса, и сапоги специального назначения.

Чуни – цельнорезиновые полуботы без текстильной подкладки с утолщенными бортами и подметкой, предназначены для работы в шахтах и на торфоразработках.

По способу ношения резиновая обувь делится на надеваемую непосредственно на ногу и надеваемую на кожаную обувь.

В зависимости от категории потребителей резиновую обувь относят к следующим группам: мужская, женская, мальчиковая, девичья и детская.

В зависимости от состава применяемых материалов обувь можно разделить на три группы:

- чисто резиновая (полимерная) обувь, не содержащая каких-либо текстильных или других материалов. Ассортимент такой обуви невелик, и способы ее производства не отличаются оригинальностью;

- армированная резиновая (полимерная) обувь, включающая текстильный каркас (подкладку), стельки, задники и другие детали. Это наиболее массовые виды обуви, традиционно выпускаемые на предприятиях резиновой промышленности; технология часто является оригинальной, характерной только для производства обуви,

но широко применяются и процессы, типичные для промышленности переработки эластомеров и пластмасс;

– полимерно-текстильная обувь, включающая детали (главным образом, верх) из различных текстильных материалов. При этом для пошива текстильного верха пользуются обычными приемами швейного производства, а низ обуви изготавливают по технологии переработки полимеров.

7.2. Оснастка для производства обуви

Под оснасткой понимают приспособления, которые обеспечивают формирование внутренней и наружной поверхности обуви. Внутреннюю поверхность формует так называемый сердечник, выполняющий в любом методе производства функцию колодки.

Наружная поверхность формируется по частям: боковую поверхность формует штамп-форма, или матрица, а поверхность следа – пуансон.

В некоторых методах наружная поверхность как бы копирует внутреннюю и, следовательно, формуется также сердечником.

Сердечник отливается из алюминиевого сплава. Штамп-форму изготавливают из стали, так как при штамповании обуви развиваются большие давления. Матрица должна с высокой степенью точности соответствовать сердечнику, что связано с качеством обуви. Пуансон отливают из алюминиево-цинкового сплава.

Изготовление оснастки для производства цельноформованной обуви является сложным и трудоемким, но резкое повышение производительности труда механизированных методов обеспечивает в целом положительный эффект.

7.3. Методы производства обуви

Разнообразие методов производства цельноформованной обуви обусловлено технологической спецификой каждого из них, связано с функциональным назначением и внешним видом обуви.

Развитие методов производства происходит как за счет совершенствования технологических режимов и применения новой техники внутри существующих методов, так и за счет разработки и освоения новых перспективных методов, расширяющих диапазон потребительских свойств цельноформованной обуви и улучшающих технико-экономические показатели производства. Существуют следующие методы производства цельноформованной обуви.

Клеевой метод. Он заключается в ручной сборке деталей обуви на алюминиевых колодках, закрепленных на конвейере. Сборщицы промазывают детали клеем на основе натурального каучука (НК) и накладывают их на колодку в определенной последовательности: сначала внутренние, затем промежуточные и в последнюю очередь наружные. После сборки следуют операции обжима и лакирования, затем вулканизация обуви. Существует комбинированный клеевой метод, при котором все детали обуви, кроме подошвы, собирают так же как при ручной сборке, а затем предварительно подвулканизированную в пресс-форме подошву приклеивают к обуви.

Клеевой метод обеспечивает красивый внешний вид обуви, легкость и гибкость (так как могут быть использованы детали малого калибра), но является сравнительно трудоемким и малопродуктивным.

Метод штампования. Этим методом изготавливают мужские и мальчиковые галоши. Технологический процесс штампования галош состоит из следующих операций: промазывание подкладки и стельки клеем на основе НК; вклеивание составной подкладки; натягивание подкладки на сердечник, установленный на конвейере; прикатка подкладки и наложение на нее шприцовой заготовки из сырой резиновой смеси; ввод сердечника с заготовкой в пресс-форму; штампование галоши пуансоном при 80°C и давлении 10 МПа в течение 5 с; удаление выпрессовок, лакирование и вулканизация, контроль.

В процессе штампования заготовка из сырой резины растекается, заполняет свободное пространство и оформляет резиновый верх и подошву галоши. Штампованные галоши отличаются монолитностью и по внешнему виду, массе и жесткости уступают клеевым. Штампование обеспечивает рост производительности труда на 27%, позволяет использовать резиновые смеси с невысокой клейкостью и приводит к резкому сокращению числа деталей галош.

Метод формования. Метод формования имеет две разновидности:

- формование на жестком (стальном) сердечнике;
- формование на сердечнике с эластичной камерой.

При формовании на жестком сердечнике подкладка в виде чулка натягивается на сердечник. На этот чулок последовательно накладывают детали: голенище из сырой резиновой смеси, полустельку на носочную часть следа, передок на подъемную часть с закреплением на полустельку, подошву и каблук. Затем сердечник с собранными на нем деталями помещают в пресс-форму, где и происходят процессы формования и вулканизации изделия при 180–200°C в течение 4–5 мин. Отделка изделия после формования заключается в удалении выпрессовок.

Формование на сердечнике с эластичной камерой происходит следующим образом. На жесткий сердечник помещают эластичную камеру, на которой производится обычная сборка деталей изделия. В пресс-форме внутри эластичной камеры подается сжатый воздух под давлением 2,0–2,5 МПа. Камера, увеличивая свой объем, производит формование изделия.

В этом случае можно использовать резину малых калибров, что увеличивает эластичность готовых изделий, а также резко сокращает количество вулканизированных отходов в виде выпрессовок. Недостатком метода формования с эластичной камерой является короткий срок службы камеры (100–200 циклов).

Для получения лакированной обуви детали верха в плоском виде покрывают с помощью пульверизатора лаковой пленкой, затем сушат в шкафу при 46–60°C в течение 10–15 мин.

Метод формования в целом характеризуется высокой производительностью труда.

Метод опрессовки внутренним давлением. По существу, этот метод является формованием на жестком сердечнике с эластичной камерой. Отличие данного метода от других заключается в том, что при опрессовке внутренним давлением формование и вулканизацию изделия производят отдельно и между этими процессами осуществляют операцию лакирования. Процесс опрессовки проходит при температуре пресс-формы 80–100°C и давлении воздуха в камере $70 \cdot 10^5$ Па в течение 6–8 с.

Галоши, изготовленные по методу опрессовки внутренним давлением, по эластичности не уступают клеевым.

Метод литья под давлением. Процесс изготовления цельноформованной обуви этим методом заключается в следующем: резиновая смесь в виде гранул подается в шнек, вращающийся в обогреваемом цилиндре; шнек пластифицирует смесь и подает ее в литьевую камеру; после заполнения камеры шнек становится плунжером и создает необходимое давление для заполнения пресс-формы, где изделие формуется и вулканизуется в течение двух минут. В качестве сырья может быть использован также гранулированный поливинилхлорид.

Преимуществом метода является повышение производительности труда за счет уменьшения времени вулканизации, ликвидации операций по изготовлению заготовок и возможности полностью механизировать и автоматизировать производственный процесс.

Метод макания. Исходным материалом в этом методе служат латексы (водные дисперсии каучука). Особенностью технологического процесса является то, что металлическая колодка формирует не внутреннюю, а наружную поверхность изготавливаемой обуви. Поэтому след колодки гравировается в соответствии с рифлением подошвы будущего изделия. На колодку наносят слой коагулятора (хлорид кальция, каолин), имеющий положительный электрический заряд. Затем колодку окунают в латекс, который имеет отрицательный заряд и поэтому осаждается на колодке, образуя оболочку. Время выдержки колодки в ванне с латексом прямо связано с толщиной изделия. Полученное изделие снимают с колодки, выворачивают и надевают на другую колодку, одетую в текстильный чулок-подкладку или без него. Затем следует процесс вулканизации.

Метод макания обеспечивает получение обуви минимальной толщины, отличающейся легкостью и эластичностью.

Метод жидкого формования. В качестве физико-химической основы в этом методе используется полимеризация жидких компонентов. Компоненты из баков подаются насосом в литьевую головку. Заполнение пресс-форм жидкой композицией производится с помощью шнекового устройства, которое не только подает композицию в форму, но и перемешивает компоненты. Для полиуретана время заполнения формы составляет 3 с, а время полимеризации – 8–10 с.

Преимущества метода жидкого формования складываются из резкого сокращения времени изготовления изделий, возможности максимальной механизации процессов, почти полного отсутствия отходов и возможности формования изделий сложной конфигурации.

7.4. Сырье и материалы в производстве полимерной обуви

Резиновые смеси. Основным полуфабрикатом для производства деталей резиновой обуви являются резиновые смеси, которые изготавливаются из натурального и (или) синтетического каучука (изопреновые, бутадиеновые, бутадиен-стирольные, бутилкаучук, бутадиен-нитрильные, хлоропrenoвые, уретановые и др.).

Необходимость разработки рецептур вызвана различием требований к смесям для того или иного способа производства резиновой обуви и требований к деталям обуви. Существуют определенные правила составления рецептов для обеспечения конкретных свойств резиновой смеси. Если к обуви не предъявляются специальные требования, то выбирают каучуки общего назначения. Чтобы резины удовлетворяли разнообразным требованиям, используют комбинации каучуков. Это обеспечивает полный комплекс необходимых свойств резиновых смесей, получить которые невозможно, используя какой-нибудь один каучук.

Резиновые смеси, применяемые в производстве резиновой обуви, можно разделить по назначению на следующие группы:

- 1) облицовочные резиновые смеси для черной и цветной формовой обуви (передовая, подошвенная, каблучная);
- 2) облицовочные резиновые смеси для штампованных галош;
- 3) облицовочные (передовая и подошвенная) резиновые смеси для черной и цветной клееной обуви;
- 4) каблучные резиновые смеси для клееной обуви;
- 5) смеси для промазки тканей;
- 6) облицовочные смеси для литевой обуви;
- 7) смеси для обкладки тканей;
- 8) резиновые смеси для приготовления резиноволокнистых смесей;
- 9) резиновые смеси для приготовления клеев;
- 10) резиновые смеси для изготовления эластичных камер, различных диафрагм, микропористых вкладных стелек и т. д.

К подошвенной резиновой смеси предъявляют следующие требования: высокая прочность при растяжении, стойкость к истиранию и старению, влагостойкость, повышенная эластичность.

Для подошвы формовых рабочих сапог нужна резина с повышенной жесткостью и перечисленными выше требованиями

(используют каучук СКС-30 АРКМ-15, регенерат плюс технический углерод).

Резина для подошвы клееной обуви, кроме перечисленных выше требований, в невулканизованном виде должна быть мягче, пластичней, так как при сборке клееной обуви подошву необходимо прикатать, прострочить по ранту в месте стыка с передовой резиной.

Передовую смесь используют для выпуска передовой облицовочной резины на каландре для сапожек с резиновым верхом; подошвенную – для подошвенной пластины; каблучную – для приготовления формового каблучка для клееной обуви.

Для увеличения сцепления между тканями при дублировании или между тканью и резиной при сборке клееной обуви предназначена промазочная смесь. Она должна обладать повышенной по сравнению с обкладочной смесью пластичностью, текучестью, клейкостью, так как ее назначение – проникать между волокнами тканей.

Обкладочная смесь служит для наложения слоя резиновой смеси на ткань. Для снижения расхода каучука и удешевления резины в обкладочную смесь введено большее количество мела.

Поливинилхлорид. Поливинилхлорид (ПВХ) поступает на предприятие в готовом виде в гранулах. ПВХ, использующийся в резиновой промышленности, получается в основном при эмульсионной или суспензионной полимеризации винилхлорида в присутствии инициаторов.

Суспензионный ПВХ используется для изготовления сапог, сапожек методом литья под давлением.

Эмульсионный (латексный) ПВХ в смеси с пластификаторами и красителями, а также некоторыми другими добавками образует пасты или пластизоли, которые используют при изготовлении обуви методом жидкого коагулянтного формования.

Микропористый полиуретан (МППУ). МППУ поступает на предприятие в виде исходных компонентов. Химической основой получения МППУ для обуви методом жидкого формования являются реакции между изоцианатной и полиольной компонентами. Процесс может проходить по одностадийной или двухстадийной схемам. При формовании обуви в качестве смазки – антиадгезионной прослойки между формируемым изделием – используют силиконовые смазки, смазки на основе парафина.

Термоэластопласты (ТЭП). ТЭПы поступают на предприятие в готовом виде в гранулах. Получают их при блочной сополимеризации в растворах с применением катализаторов. Для образования эластичных блоков в качестве мономеров используется бутадиен или изопрен, а для пластичных блоков – стирол или α -метилстирол. Переход от пластических к высокоэластическим свойствам происходит в относительно узком интервале температур. Переработка их производится методом литья под давлением при 150–200°C.

В производстве цельноформованной обуви в большом количестве и ассортименте применяются текстильные материалы, различающиеся внешним видом, переплетением, отделкой и природой волокон.

Текстильные материалы. Эти материалы применяются при изготовлении подкладки, стелек, задников, вспомогательных и украшающих деталей.

Для подкладки цельноформованной обуви применяют:

- трикотажное полотно крашеное и суровое, с начесом и без него для галош, бот, сапожек клееных и для галош штампованных;
- полушерстяное трикотажное полотно с начесом для утепленной обуви;
- ткань ТДС для формовых сапог, изготавливаемых на жестком сердечнике;
- чулочная трубка и трубка плюшевого переплетения для сапог, изготавливаемых на эластичной камере;
- трикотажная трубка эластичного переплетения и трикотажное полотно гладкокрашеное без начеса для литевых сапог из ПВХ и ТЭП;
- нанка, бязь, дублированная с кирзой и другими материалами для формовой обуви.

Для остальных внутренних деталей нашли применение: саржа суровая, бумазья-корд, бумазья гладкокрашеная, ТДС, прокладка галошная суровая, байка подкладочная. Для окантовки верха обуви – полая ткань.

С развитием производства синтетических волокон все больше внедряются в производство тканые и нетканые материалы из комбинированных волокон, так как синтетические волокна более прочные.

Выбор тех или иных текстильных материалов зависит от вида цельноформованной обуви, ее назначения, способа изготовления.

Состав каучукового лака: каучук СКБ, уайт-спирит, канифоль, глицерин, индулин, оксидированный тюлений жир, цинковые белила, скипидар, для бежевого цвета – титановые белила, голубого – пигмент голубой, зеленого – пигмент зеленый, красного – лак красный ЖБ и лак рубин СК.

Резиновые клеи. В технологии резины клеем называется раствор каучука или резиновой смеси в каком-либо органическом растворителе. В производстве резиновой обуви клеи применяют для промазки тканей (кирза, байка) на клеенамазочных машинах, для склеивания деталей обуви, для освежения деталей перед сборкой клееной обуви. В основном используют вулканизирующие клеи. Эти клеи содержат вулканизирующие вещества, ускорители и другие ингредиенты и после вулканизации создают достаточно прочную связь между склеиваемыми материалами.

В зависимости от концентрации различают клеи: жидкие, средней концентрации, густые (или мази).

В производстве резиновой обуви применяют клеи с растворителями: бензин «Галоша» и уайт-спирит. Жидкие клеи получают разбавлением густых. Густой клей предназначен для склеивания деталей резиновой обуви, а жидкий – для освежения деталей перед сборкой. Основа клеев – НК, СКС-30АРКПН.

Для сшивания деталей обуви и отделочных строчек используют хлопчатобумажные нитки в 6 сложений № 30 и капроновые нитки № 60.

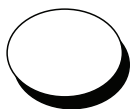
В производстве цельноформованной обуви применяют блочки, крючки, кнопки, пуговицы, застежки «молния», а также тесьму хлопчатобумажную или капроновую.



ЛИТЕРАТУРА

1. Технология резиновых изделий: учеб. пособие / сост.: Т. Б. Минигалиев, В. П. Дорожкин. – Казань: КГТУ, 2009. – 236 с.
2. Осошник, И. А. Производство резиновых технических изделий / И. А. Осошник, Ю. Ф. Шутилин, О. В. Карманова. – Воронеж: ВГТА, 2007. – 972 с.
3. Мартин, Дж. М. Производство и применение резинотехнических изделий / Дж. М. Мартин, У. К. Смит; под ред. С. Ч. Бхати, В. Н. Красовского. – СПб.: Профессия, 2006. – 480 с.
4. Технология резиновых изделий / Ю. А. Аверко-Антонович [и др.]. – Л.: Химия, 1991. – 352 с.
5. Технология переработки латексов / Б. А. Майзелис [и др.]. – М.: Научтехлитиздат, 2003. – 372 с.
6. Шеин, В. С. Основные процессы резинового производства / В. С. Шеин, Ю. Ф. Шутилин, А. П. Гриб. – М.: Химия, 1988. – 160 с.
7. Уплотнения и уплотнительная техника / Л. А. Кондаков [и др.]. – М.: Машиностроение, 1986. – 464 с.
8. Гришин, Б. С. Материалы резиновой промышленности (информационно-аналитическая база данных): монография. В 2 ч. / Б. С. Гришин. – Казань: КГТУ, 2010. – Ч. 1. – 506 с.; Ч. 2. – 488 с.
9. Туренко, С. В. Наполнители для резин: учеб. пособие / А. Ф. Пучков, М. П. Спиридонова. – Волгоград: ВолгГТУ, 2005. – 72 с.
10. Корнев, А. Е. Бутадиен-нитрильные каучуки / А. Е. Корнев, Н. Я. Овсянников. – М.: МИТХТ имени М. В. Ломоносова, 2007. – 36 с.
11. Армирующие материалы, применяемые при производстве резиновых изделий / Р. Л. Люсова [и др.]. – М.: МИТХТ имени М. В. Ломоносова, 2010. – 47 с.
12. Шашок, Ж. С. Технология эластомеров: тексты лекций для студентов специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров» / Ж. С. Шашок, А. В. Касперович. – Минск: БГТУ, 2009. – 112 с.

13. Корнев, А. Е. Технология эластомерных материалов / А. Е. Корнев, А. М. Буканов, О. Н. Шевердяев. – М.: НППА «Ис-тек», 2009. – 504 с.
14. Шутилин, Ю. Н. Справочное пособие по свойствам и применению эластомеров / Ю. Н. Шутилин. – Воронеж: ВГТА, 2003. – 870 с.
15. Осошник, И. А. Основы рецептуростроения эластомеров: тексты лекций / И. А. Осошник. – Воронеж: ВГТА, 1995. – 132 с.
16. Шутилин Ю. Ф. Теоретические основы переработки эластомеров / Ю. Ф. Шутилин. – Воронеж: ВГТА, 1995. – 68 с.
17. Кошелев, Ф. Ф. Общая технология резины / Ф. Ф. Кошелев. – М.: Химия, 1978. – 528 с.
18. Догадкин, Б. А. Химия эластомеров / Б. А. Догадкин, А. А. Донцов, В. А. Шершнев. – 2-е изд. – М.: Химия, 1981. – 374 с.
19. Щербакова, Н. В. Технология изготовления цельноформованной обуви из полимерных материалов: конспект лекций для студентов специальностей: 281100 «Технология изделий из кожи» и 230400 «Проектирование и технология изделий сферы быта и услуг» / Н. В. Щербакова, В. А. Поваляев. – Шахты: Донская государственная академия сервиса, 1999. – 117 с.



ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА РЕЗИНОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ	5
2. ТРАНСПОРТЕРНЫЕ ЛЕНТЫ	7
2.1. Резинотканевые конвейерные ленты	10
2.2. Резинотросовые конвейерные ленты	12
2.3. Технология изготовления конвейерных лент	13
3. КЛИНОВЫЕ РЕМНИ	25
3.1. Конструкции клиновых ремней	30
3.2. Изготовление клиновых ремней	34
4. РУКАВНЫЕ ИЗДЕЛИЯ	41
4.1. Классификация, конструкции, назначение и условия эксплуатации рукавов	41
4.2. Технология производства рукавных изделий	46
5. ФОРМОВЫЕ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ	67
5.1. Классификация, конструкции, назначение	67
5.2. Крепление резины к металлам	73
5.3. Изготовление формовых резинотехнических изделий	78
6. НЕФОРМОВЫЕ РЕЗИНОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ	84
6.1 Характеристика и конструкция неформовых резинотехнических изделий	84
6.2. Непрерывная вулканизация в среде жидкого теплоносителя	86
6.3. Непрерывная вулканизация в псевдоожиженном слое инертного теплоносителя	87
6.4. Непрерывная вулканизация с предварительным подогревом токами сверхвысокой частоты	89
7. ПРОИЗВОДСТВО ПОЛИМЕРНОЙ ОБУВИ	93
7.1. Классификация обуви	94
7.2. Оснастка для производства обуви	96
7.3. Методы производства обуви	96
7.4. Сырье и материалы в производстве полимерной обуви	100
ЛИТЕРАТУРА	105

Учебное издание

**Касперович Андрей Викторович
Шашок Жанна Станиславовна
Вишневский Константин Викторович**

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Учебно-методическое пособие

Редактор *О. П. Приходько*
Компьютерная верстка *Е. В. Ильченко*
Корректор *О. П. Приходько*

Подписано в печать 27.06.2014. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 6,3. Уч.-изд. л. 6,5.
Тираж 60 экз. Заказ .

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/227 от 20.03.2014.
ЛП № 02330/12 от 30.12.2013.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.